

ISSN 2078-0109

Ученые Записки



Том 59
Выпуск 2
2023 г.

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

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

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

**Том 59, выпуск 2
(апрель – июнь) 2023 г.**

Редакционная коллегия:

Гавриченко Н.И. – доктор сельскохозяйственных наук, доцент (главный редактор);

Ятусевич А.И. – доктор ветеринарных наук, профессор, академик РАН (зам. главного редактора);

Горлова О.С. – кандидат ветеринарных наук, доцент, ученый секретарь (ответственный секретарь);

Бабина М.П. – доктор ветеринарных наук, профессор;

Белко А.А. – кандидат ветеринарных наук, доцент;

Белова Л.М. – доктор биологических наук, профессор;

Бычкова Е.И. – доктор биологических наук, профессор;

Герасимчик В.А. – доктор ветеринарных наук, профессор;

Гнедов А.А. – доктор технических наук, профессор;

Громов И.Н. – доктор ветеринарных наук, профессор;

Карпеня М.М. – доктор сельскохозяйственных наук, профессор;

Ковалёнок Ю.К. – доктор ветеринарных наук, профессор;

Котарев В.И. – доктор сельскохозяйственных наук, профессор;

Красочко П.А. – доктор ветеринарных наук, профессор;

Кузьмич Р.Г. – доктор ветеринарных наук, профессор;

Лысенко А.П. – доктор ветеринарных наук, профессор;

Малашко В.В. – доктор ветеринарных наук, профессор;

Мотузко Н.С. – кандидат биологических наук, доцент;

Павлова Т.В. – кандидат биологических наук, доцент;

Паршин П.А. – доктор ветеринарных наук, профессор;

Прищепа И.М. – доктор биологических наук, профессор;

Субботин А.М. – доктор биологических наук, профессор;

Холод В.М. – доктор биологических наук, профессор;

Шабунин С.В. – доктор ветеринарных наук, профессор, академик РАН;

Шахов А.Г. – доктор ветеринарных наук, профессор;

Юнусов Х.Б. – доктор биологических наук, профессор;

Ятусевич И.А. – доктор ветеринарных наук, профессор.

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

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

**Отрасли науки
(научные направления):**

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

Периодичность издания – 4 раза в год.

Индекс по индивидуальной подписке -
00238

Индекс по ведомственной подписке -
002382

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

Все статьи рецензируются.

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

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

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

Требования к оформлению статей для публикации в журнале «Ученые записки УО ВГАВМ»

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Рекомендуется цитировать не менее 8, но не более 10 источников. В статье не допускаются ссылки на авторефераты диссертационных работ или сами диссертации, т.к. они являются рукописями. Ссылки на журнальные статьи должны содержать DOI.

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

Статья, ее электронный вариант (в виде отдельного файла, названного по имени первого автора), выписка из заседания кафедры (отдела), экспертное заключение на статью представляются ответственному секретарю журнала в научный отдел УО ВГАВМ (olg92439442@yandex.by). Электронные варианты документов к статье должны быть сохранены в формате pdf.

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

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

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

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

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

Пример оформления:

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

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

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

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

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

Shakhov A.G., Sashnina L.Yu., Tarakanova K.V., Karmanova K.V., Vladimirova Yu.Yu.
FSBI "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 10.52368/2078-0109-2023-59-2-4-9
УДК 619:611.664:636.2

КЛИНИКО-МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЖЕЛЕЗИСТО-КИСТОЗНОЙ ГИПЕРПЛАЗИИ ЭНДОМЕТРИЯ У КОРОВ

Бондарев И.В. ORCID ID 0000-0002-5499-3065, Михалёв В.И. ORCID ID 0000-0001-9684-4045
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии», г. Воронеж, Российская Федерация

*В статье представлены материалы изучения клинико-морфологических показателей железисто-кистозной гиперплазии эндометрия у коров. Установлено, что на долю железисто-кистозной гиперплазии эндометрия у коров приходится 11,4% от общего числа хронических заболеваний матки. Наиболее часто данная патология диагностируется у коров через 120 и более дней после отела при годовой молочной продуктивности 6000-7000 кг. Железисто-кистозной гиперплазии эндометрия наиболее подвержены животные красно-пестрой и симментальской породы при беспривязном содержании. Железисто-кистозная гиперплазия эндометрия характеризуется утолщением стенки матки до $6,5 \pm 0,28$ мм, наличием полости в области рогов матки $3,4 \pm 0,19$ мм, фолликулярных кист в яичниках, имеющих диаметр $42,5 \pm 2,8$ мм. Для железисто-кистозной гиперплазии эндометрия характерно увеличение высоты клеток покровного эпителия до призматического, разраст маточных желез с расширением их просветов, увеличение высоты и вакуолизация железистого эпителия. При железисто-кистозной гиперплазии на маточные железы приходится 28,6%, кровеносные сосуды – 12,3%, покровный эпителий – 5,7%, что в 1,88-1,97 раза больше по сравнению с клинически здоровыми животными. Высота клеток покровного эпителия при данной патологии больше на 13,1%, высота эпителиоцитов маточных желез – на 23,4%, толщина эндометрия – в 1,38 раза, что свидетельствует о гипертрофии эндометрия. **Ключевые слова:** коровы, железисто-кистозная гиперплазия, эндометрий, покровный эпителий, маточные железы.*

CLINICAL AND MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF ENDOMETRIAL HYPERPLASIA GLANDULOCYSTICA IN COWS

Bondarev I.V., Mikhalev V.I.
FSBSI "All-Russian Veterinary Research Institute of Pathology, Pharmacology and Therapy",
Voronezh, Russian Federation

*The article presents the material on the study of clinical and morphological indicators of endometrial glandular-cystic hyperplasia in cows. It has been established that the share of endometrial hyperplasia glandulocystica in cows accounts for 11.4% of the total number of chronic uterine diseases. Most often, this pathology is diagnosed in cows 120 or more days after calving with an annual milk production of 6000-7000 kg. Glandular-cystic hyperplasia of the endometrium is most typical of the animals of the Red-Motley and Simmental breeds with loose keeping. Endometrial hyperplasia glandulocystica is characterized by a thickening of the uterine wall up to 6.5 ± 0.28 mm, the presence of a cavity in the uterine horns of 3.4 ± 0.19 mm, follicular cysts in the ovaries with a diameter of 42.5 ± 2.8 mm. Endometrial hyperplasia glandulocystica is characterized by an increase in the height of the cells of the covering epithelium up to the height of prismatic one, growth of the uterine glands with the expansion of their lumens, an increase in height and vacuolization of the glandular epithelium. In case of glandular-cystic hyperplasia, uterine glands account for 28.6%, blood vessels – 12.3%, covering epithelium – 5.7%, which is by 1.88-1.97 times more, compared to clinically healthy animals. The height of the cells of the covering epithelium in case of this pathology is higher by 13.1%, the height of the epithelial cells of the uterine glands – by 23.4%, the thickness of the endometrium – by 1.38 times, which indicates endometrial hypertrophy. **Keywords:** cows, hyperplasia glandulocystica, endometrium, covering epithelium, uterine glands.*

Введение. Одним из приоритетных направлений развития отрасли молочного животноводства является максимальное использование репродуктивного потенциала, заключающегося в получении приплода от одной коровы в течение года. Это сдерживается многочисленными факторами, в том числе акушерско-гинекологическими заболеваниями. Одними из наиболее распространенных патологий, приносящих значительный экономический ущерб животноводческим хозяйствам, являются хронические заболевания матки [1, 2].

Основная опасность патологий матки заключается в отсутствии оптимальных условий для имплантации и дальнейшего развития зародыша. При этом ведущая роль в сохранении эмбриона принадлежит морфо-функциональному состоянию эндометрия [3].

Одной из хронических патологий матки функционального характера является железисто-кистозная гиперплазия эндометрия. Предрасполагающим фактором развития железисто-кистозной гиперплазии эндометрия является наличие фолликулярных кист в яичниках, сопровождающееся

повышенным уровнем эстрогенов в крови животных. Фолликулярные кисты представляют собой единичные или множественные сферические образования от 2 до 6 см в диаметре, с гипопластически измененными соединительнотканными оболочками и гранулезой в состоянии гиперсекреции или редукции. К одним из наиболее характерных клинических признаков железисто-кистозной гиперплазии эндометрия является выявление бугристости стенок матки при трансректальном исследовании [4, 5].

Изменения в щитовидной железе при железисто-кистозной гиперплазии характеризуются наличием крупных фолликулов, выстланных плоским эпителием в состоянии гипоплазии, с обнаружением в некоторых случаях коллоидных кист. Для матки характерными изменениями являются железистая гиперплазия, гипертрофия и отечность эндометрия, появление кистозно расширенных желез и развитие эндометриоза [6, 7]. Литературные данные о железисто-кистозной гиперплазии эндометрия касаются в основном гуманной медицины, в ветеринарии же эти сведения немногочисленны и отрывочны. Поэтому изучение клинико-морфологического состояния при железисто-кистозной гиперплазии эндометрия является актуальной задачей.

Цель исследований – изучить клинико-морфологические показатели при железисто-кистозной гиперплазии эндометрия у коров.

Материалы и методы исследований. Исследования по изучению степени распространения железисто-кистозной гиперплазии эндометрия проведены в хозяйствах Воронежской (ООО «Жито» Семилукского района, ООО «СП Вязноватовка» Нижнедевицкого района, ООО «Агротех-Гарант» Нащёкино Аннинского района, ЗАО «Манино» Калачеевского района), Белгородской (АО «Должанское» Вейделевского района) и Орловской (ЗАО «Славянское» Верховского района) областей с различным уровнем молочной продуктивности, породной принадлежностью и технологией содержания через 45-120 дней после отела. Трансректальные исследования выполнены общепринятыми в акушерско-гинекологической практике методами, ультразвуковые – с применением сканера Easy-Scan-3. При изучении клинико-эхографической характеристики железисто-кистозной гиперплазии эндометрия учитывалось следующее: топография матки, ее размеры, консистенция, ригидность, толщина стенки матки, размер полости рогов матки, наличие или отсутствие гноя, размеры желтого тела в яичниках, наличие или отсутствие фолликулярных и лютеиновых кист и их размеры. От животных, включенных в опыт, (n=10) отобран биопсийный материал из стенки эндометрия для проведения гистологических исследований. Отобранный биопсийный материал фиксировали в 10% растворе нейтрального формалина, обезжизивали в спиртах, хлороформе и заливали в парафин. Срезы готовили на микротоме МПС-2 толщиной 5-7 мкм, депарафинировали и окрашивали гематоксилин-эозином. Морфометрию отобранных проб слизистой оболочки матки проводили по изучению морфометрических (доля покровного эпителия, маточных желез и кровеносных сосудов), планиметрических (высота покровного эпителия, толщина эндометрия, высота эпителия маточных желез, мк) и стереометрических (объем ядра и эпителиоцитов маточных желез, объем ядра и эпителиоцитов покровного эпителия, мкм³) показателей эндометрия при различных патологиях матки (Г.Г. Автандилов, 1990). Полученный при проведении исследований цифровой материал обрабатывали статистически с применением компьютерной программы Microsoft Excel.

Результаты исследований. При изучении степени распространения железисто-кистозной гиперплазии эндометрия у коров установлено, что на долю данной патологии приходится 11,4% от общего числа хронических заболеваний матки. Наиболее часто железисто-кистозная гиперплазия эндометрия диагностируется у коров через 120 и более дней после отела – 27,8%, а наименее – через 45-60 дней – 10,1%. В зависимости от молочной продуктивности частота регистрации железисто-кистозной гиперплазии имеет тенденцию к уменьшению с повышением молочной продуктивности с 13,9% при годовом удое 6000-7000 кг до 8,8% при удое 8000-9000 кг, или в 1,58 раза. При беспривязной технологии содержания степень распространения железисто-кистозной гиперплазии составляет 13,0%, что в 1,78 раза больше, по сравнению с привязным содержанием. В зависимости от породной принадлежности гиперплазия эндометрия варьирует от 9,9% среди коров помесей краснопестрой и голштинофризской пород до 15,1% среди животных симментальской породы австрийской селекции.

Результаты изучения клинико-эхографических параметров диагностики железисто-кистозной гиперплазии эндометрия у коров представлены в таблице.

Установлено, что при железисто-кистозной гиперплазии эндометрия матка находится в тазовой полости, увеличена в 1,2-1,5 раза, рога имеют бугристую поверхность с проявлением болезненности при пальпации. Железисто-кистозная гиперплазия эндометрия характеризуется дряблостью стенки матки и ее утолщением до $6,5 \pm 0,28$ мм, что больше на 16,1% ($P < 0,05$) по сравнению с клинически здоровыми животными. Эхографическими исследованиями установлено наличие полости в области рогов матки от 2 до 5 мм в диаметре (в среднем $3,4 \pm 0,19$ мм) при отсутствии таковой у клинически здоровых животных. В яичниках коров при развитии железисто-кистозной гиперплазии в 15,9% случаев диагностируются функционально-активные циклические желтые тела, размером

6,3±0,42 мм. Развитие железисто-кистозной гиперплазии эндометрия в 81,2% случаев происходит на фоне фолликулярных кист, имеющих диаметр 42,5±2,8 мм.

Таблица – Клинико-эхографические показатели диагностики железисто-кистозной гиперплазии эндометрия у коров

Показатели	Железисто-кистозная гиперплазия эндометрия, n=5	Клинически здоровые, n=5
Расположение матки	Тазовая полость	Тазовая полость
Увеличение размера матки, раз	1,2-1,5	-
Консистенция	Дряблая	Упруго-эластичная
Ригидность	Отсутствует	Выражена
Толщина стенки матки, мм	6,5±0,28*	5,6±0,16
Размер полости рогов матки, мм	3,4±0,19 2-5	-
Наличие/отсутствие гноя	-	-
Размеры жёлтого тела, мм	6,3±0,42***	14,5±0,7
Фолликулярные кисты, диаметр, мм	42,5±2,8	-
Лютеиновые кисты, диаметр, мм	18,1±1,3	-

Примечания: * - $P<0,05$; *** - $P<0,001$ – по сравнению с клинически здоровыми животными.

При проведении гистологических исследований образцов стенки матки коров при железисто-кистозной гиперплазии эндометрия установлено утолщение эндометрия, увеличение высоты клеток покровного эпителия до призматического (рисунки 1-2). При данной патологии сохраняется целостность покровного эпителия. Эндометрий был отечным, с расширением просвета кровеносных сосудов. Для железисто-кистозной гипертрофии эндометрия также характерен разrost маточных желез с расширением их просветов, увеличение высоты и вакуолизация железистого эпителия.

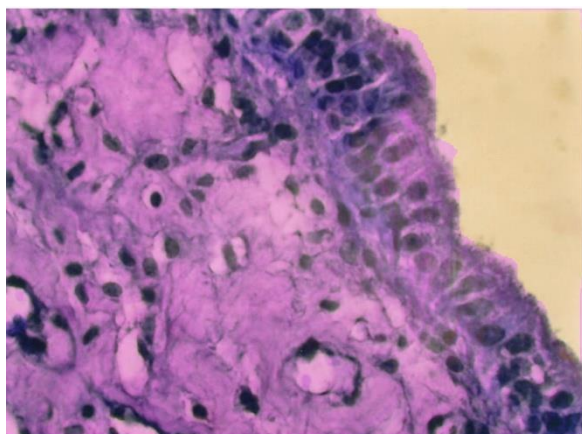


Рисунок 1 - Гипертрофия клеток покровного эпителия коровы при железисто-кистозной гиперплазии эндометрия. Окр. гем.-эозин. Ув. ок. 7, об. 40

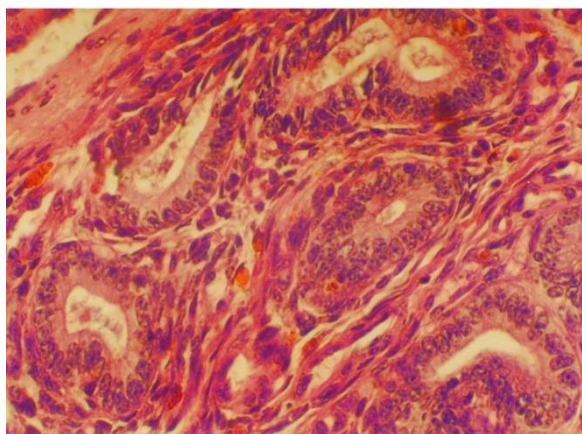


Рисунок 2 - Отек эндометрия и гипертрофия маточных желез у коровы при железисто-кистозной гиперплазии. Окр. гем.-эозин. Ув. ок. 7, об. 40

У клинически здоровых животных (рисунки 3-4) покровный эпителий целостный, представлен клетками кубической или призматической формы. Строма эндометрия умеренно васкуляризирована и гиперемирована, имеет рыхлую структуру. В строме эндометрия диагностированы мелкие и средние маточные железы, которые имели округлую, овальную или вытянутую форму с узким просветом. Между маточными железами констатирована рыхлая неоформленная соединительная ткань, которая умеренно была инфильтрирована круглоклеточными элементами. Ядра клеток железистого эпителия имеют базальное расположение.

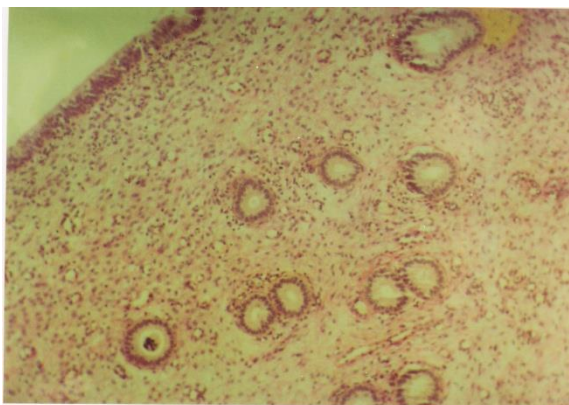


Рисунок 3 – Структурная организация эндометрия клинически здоровой коровы.
Окр. гем.-эозин. Ув. ок. 7, об. 10

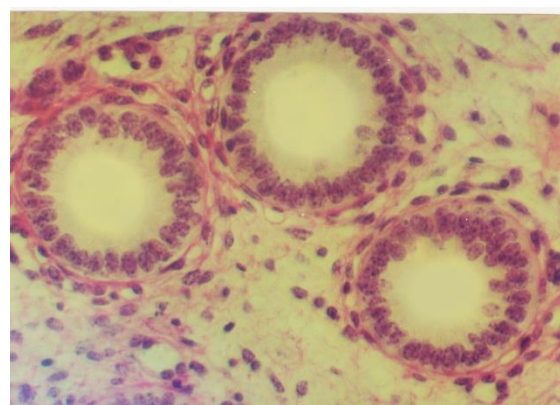


Рисунок 4 – Маточные железы клинически здоровой коровы. Окр. гем.-эозин.
Ув. ок. 7, об. 40

Результаты морфометрических исследований эндометрия коров при его железисто-кистозной гиперплазии представлены на рисунке 5. Установлено, что при железисто-кистозной гиперплазии эндометрия на маточные железы приходится 28,6%, что в 1,88 раза ($P<0,05$) больше, чем у клинически здоровых животных, на кровеносные сосуды – 12,3%, что в 1,97 раза больше ($P<0,01$) соответственно. Покровный эпителий при железисто-кистозной гиперплазии эндометрия занимает 5,7%, что в 1,89 раза ($P<0,05$) больше, по сравнению с клинически здоровыми животными. Увеличение процентной доли, приходящейся на маточные железы и покровный эпителий, может быть связано с их гипертрофией.

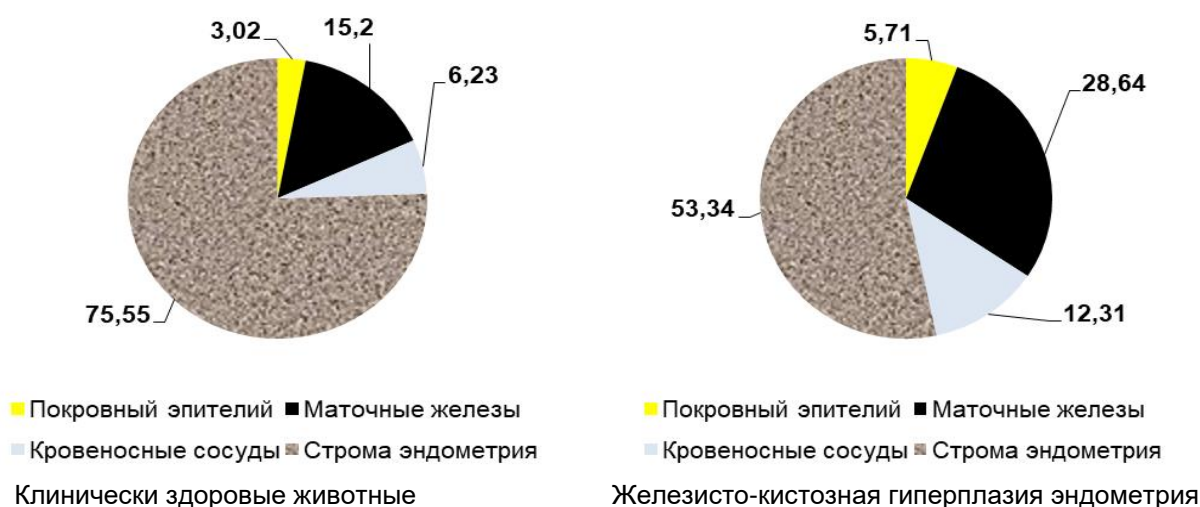


Рисунок 5 - Структурная характеристика эндометрия коров при его железисто-кистозной гиперплазии, %

Высота клеток покровного эпителия при железисто-кистозной гиперплазии (рисунок 6) больше на 13,1% по сравнению с клинически здоровыми коровами, высота эпителиоцитов маточных желез – на 23,4%. Увеличение высоты клеток покровного эпителия, количества маточных желез и кровеносных сосудов привело к повышению толщины эндометрия в 1,38 раза ($P<0,01$) по сравнению с клинически здоровыми животными.



Рисунок 6 - Планиметрические параметры эндометрия коров при его железисто-кистозной гиперплазии, мкм

Железисто-кистозная гиперплазия эндометрия сопровождается разрастом маточных желез (рисунок 7), проявляющееся увеличением объема секреторных клеток – до $667,4 \pm 48,1$ мкм³ и их ядер – до $189,1 \pm 13,6$ мкм³, что больше соответственно на 42,1 и 91,3% ($P < 0,01-0,001$), чем у коров без отклонений со стороны органов воспроизводства. Объем эпителиоцитов покровного эпителия при железисто-кистозной гиперплазии эндометрия превышает аналогичные размеры у клинически здоровых животных на 13,5%, объем их ядер – на 13,6%. Увеличение объема эпителиоцитов маточных желез и покровного эпителия эндометрия подтверждают его гипертрофию.

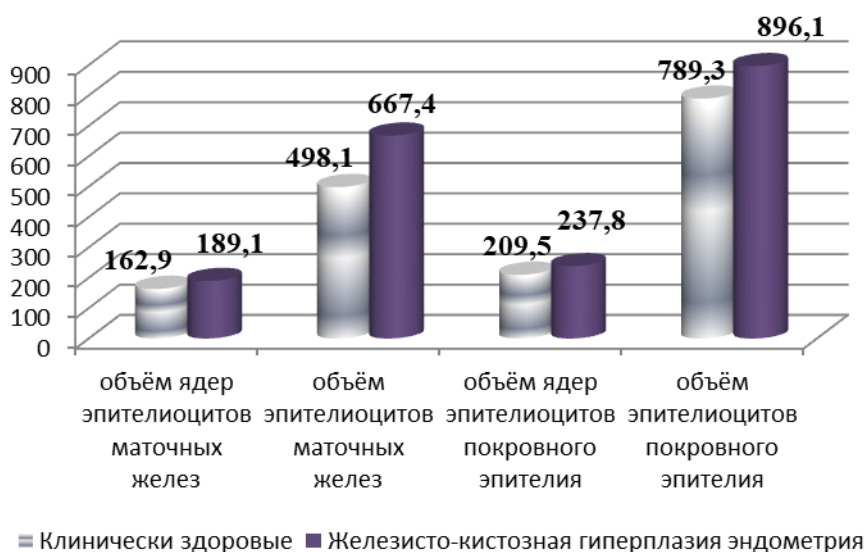


Рисунок 7 - Стереометрические показатели эндометрия коров при его железисто-кистозной гиперплазии, мкм³

Заключение. На долю железисто-кистозной гиперплазии эндометрия у коров приходится 11,4% от общего числа хронических заболеваний матки. Наиболее часто данная патология диагностируется у коров через 120 и более дней после отела при годовой молочной продуктивности 6000-7000 кг. Железисто-кистозная гиперплазия эндометрия характеризуется утолщением стенки матки до $6,5 \pm 0,28$ мм, наличием полости в области рогов матки $3,4 \pm 0,19$ мм, фолликулярных кист в яичниках, имеющих диаметр $42,5 \pm 2,8$ мм. Железисто-кистозная гиперплазия эндометрия характеризуется процессами гипертрофии, что сопровождается увеличением процентного содержания функционально-активных элементов в 1,91 раза по сравнению с клинически здоровыми животными.

Conclusion. Endometrial hyperplasia glandulocystica in cows accounts for 11.4% of the total number of chronic uterine diseases. Most often, this pathology is diagnosed in cows 120 or more days after calving with an annual milk production of 6000-7000 kg. Endometrial hyperplasia glandulocystica is characterized by a thickening of the uterine wall up to 6.5 ± 0.28 mm, the presence of a cavity in the uterine horns of 3.4 ± 0.19 mm, follicular cysts in the ovaries with a diameter of 42.5 ± 2.8 mm. Endometrial hyperplasia glandulocystica is characterized by the hypertrophic processes accompanied by an increase in the percentage of functionally active elements by 1.91 times, compared with clinically healthy animals.

Список литературы. 1. Гребенькова, Н. В. Морфологические изменения матки крупного рогатого скота при хроническом эндометрите / Н. В. Гребенькова // Ветеринария. – 2010. – № 10. – С. 33–35. 2. Бондарев, И. В. Алгоритм дифференциальной диагностики хронических заболеваний матки / И. В. Бондарев, В. И. Михалёв, В. И. Моргунова // Ветеринарный фармакологический вестник. – 2020. – №1 (10). – С. 115–126. – DOI: 10.17238/issn2541-820.2020.1.115. 3. Сергеев, Ю. В. Хроническая субинволюция матки у коров и её роль в бесплодии у высокопродуктивных животных / Ю. В. Сергеев, В. И. Михалёв // Учёные записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почёта» государственная академия ветеринарной медицины». – 2011. – Т. 47, вып. 2, ч. 2. – С. 109–111. 4. Ветеринарное акушерство, гинекология и биотехника размножения / под. ред. А. П. Студенцова [и др.]. – М. : Колос, 2001. – С. 345. 5. Кузьмич, Р. Г. Клиническое акушерство и гинекология животных: учебное пособие для высших сельскохозяйственных учебных заведений по специальности «Ветеринарная медицина». / Р. Г. Кузьмич. – Витебск, 2002. – 248 с. 6. Кононов, Г. А. Биопсия эндометрия и её значение для дифференциальной диагностики и терапии бесплодия у коров : автореф. дис. ... д-ра вет. наук / Г. А. Кононов. – Л., 1968. – 34 с. 7. Черемисинов, Г. А. Разработка и совершенствование гормональных методов регуляции и стимуляции воспроизводительной функции коров: автореф. дис. ... д-ра вет. наук / Г. А. Черемисинов. – Воронеж, 1975. – 57 с.

References. 1. Greben'kova, N. V. Morfologicheskie izmeneniya matki krupnogo rogatogo skota pri hronicheskom endometrite / N. V. Greben'kova // Veterinariya. – 2010. – № 10. – S. 33-35. 2. Bondarev, I. V. Algoritm differentsial'noy diagnostiki hronicheskikh zaboolevaniy matki / I. V. Bondarev, V. I. Mihalyov, V. I. Morgunova // Veterinarnyy farmakologicheskij vestnik. – 2020. – №1 (10). – S. 115-126. – DOI: 10.17238/issn2541-820.2020.1.115. 3. Sergeev, YU. V. Hronicheskaya subinvolyuciya matki u korov i eyo rol' v besplodii u vysokoproduktivnykh zhivotnykh / YU. V. Sergeev, V. I. Mihalyov // Uchyonye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya «Vitebskaya ordena «Znak Pochyota» gosudarstvennaya akademiya veterinarnoy mediciny». – 2011. – T. 47, vyp. 2, ch. 2. – S. 109–111. 4. Veterinarnoe akusherstvo, ginekologiya i biotekhnika razmnzheniya / pod. red. A. P. Studencova [i dr.]. – M. : Kolos, 2001. – S. 345. 5. Kuz'mich, R. G. Klinicheskoe akusherstvo i ginekologiya zhivotnykh: uchebnoe posobie dlya vysshikh sel'skokozyajstvennykh uchebnykh zavedeniy po special'nosti «Veterinarnaya medicina». / R. G. Kuz'mich. – Vitebsk, 2002. – 248 s. 6. Kononov, G. A. Biopsiya endometriya i eyo znachenie dlya differentsial'noy diagnostiki i terapii besplodiya u korov : avtoref. dis. ... d-ra vet. nauk / G. A. Kononov. – L., 1968. – 34 s. 7. ChHeremisinov, G. A. Razrabotka i sovershenstvovanie gormonal'nykh metodov regulyatsii i stimulyatsii vosproizvoditel'noy funktsii korov: avtoref. dis. ... d-ra vet. nauk / G. A. ChHeremisinov. – Voronezh, 1975. – 57 s.

Поступила в редакцию 27.04.2023.

DOI 10.52368/2078-0109-2023-59-2-9-14

УДК 631.528.1:577.182.22:636.028

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПРЕПАРАТА «ГЕНТАБИФЕРОН-Б» НА МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ОРГАНИЗМА МЫШЕЙ В УСЛОВИЯХ ПРОТИВООПУХОЛЕВОЙ ТЕРАПИИ

Грицюк В.А. ORCID ID 0000-0001-7457-3774, Востроилова Г.А. ORCID ID 0000-0002-2960-038X, Корчагина А.А. ORCID ID 0000-0002-8561-417X, Хохлова Н.А. ORCID ID 0000-0001-6861-2554, Шабанов Д.И. ORCID ID 0000-0002-1574-1317, Некрасов А.В. ORCID ID 0000-0002-5957-1583

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

Целью данной работы явилось исследование влияния гентабиферона-Б на морфофункциональное состояние организма мышей с асцитной карциномой Эрлиха (АКЭ) в условиях воздействия доксорубина. Нами было изучено отдельное и совместное влияние препаратов на концентрацию опухолевых клеток в перитонеальной полости, а также лейкоцитов и их отдельных популяций в крови мышей с АКЭ на 10 сутки опухолевого роста; кроме того, была оценена продолжительность жизни животных с опухолью, после применения доксорубина и гентабиферона-Б. Установлено, что совместное применение препаратов не снижало специфическое цитотоксическое действие доксорубина по отношению к опухолевым клеткам, которое оценивали по концентрации клеток АКЭ в асците. Количество опухолевых клеток у животных этой группы было на 49,3% ниже концентрации клеток неоплазмы у мышей с АКЭ без лечения. В эксперименте наблюдали увеличение продолжительности жизни животных, получавших доксорубин и гентабиферон-Б, на 55,8% относительно мышей с опухолью после монотерапии гентабифероном-Б. Комбинированная терапия препаратами индуцировала увеличение концентрации лимфоцитов крови на 39,5% относительно количества этих клеток у мышей с АКЭ после воздействия только доксорубина. Полученные результаты позволяют предполагать сохранение эффективности противоопухолевой активности доксорубина

при его совместном применении с гентабифероном-Б и иммуномодулирующее действие гентабиферона-Б в условиях опухолевой прогрессии. **Ключевые слова:** гентабиферон-Б, рекомбинантные интерфероны, гентамицин, асцитная карцинома Эрлиха, мыши, доксорубин.

EVALUATION OF THE EFFECT OF THE DRUG GENTABIFERON-B ON THE MORPHOFUNCTIONAL STATE OF THE MICE BODY UNDER THE CONDITIONS OF ANTITUMOR THERAPY

Gritsyuk V.A., Vostroilova G.A., Korchagina A.A., Khokhlova N.A., Shabanov D.I., Nekrasov A.V.

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

*The objective of this work was to study the effect of Gentabiferon-B on the morphofunctional state of the organism of mice with Ehrlich ascites carcinoma (EAC) under the effect of doxorubicin. We studied the individual and combined effects of drugs on the concentration of tumor cells in the peritoneal cavity, as well as leukocytes and their individual populations in the blood of mice with EAC on day 10 of tumor growth; in addition, the longevity in the animals with a tumor was estimated after the use of doxorubicin and Gentabiferon-B. It was established that the combined use of drugs did not reduce the specific cytotoxic effect of doxorubicin in relation to tumor cells, which was assessed by the concentration of EAC cells in ascite. The number of tumor cells in the animals of this group was by 49.3% lower than the concentration of neoplasm cells in mice with EAC without treatment. In the experiment, an increase by 55.8% in the life expectancy of the animals treated with doxorubicin and Gentabiferon-B was observed relative to mice with a tumor after monotherapy with Gentabiferon-B. Combined drug therapy induced an increase in the concentration of blood lymphocytes by 39.5% relative to the number of these cells in mice with EAC after exposure to doxorubicin alone. The results obtained allows to assume that the efficacy of the antitumor activity of doxorubicin in its combined use with Gentabiferon-B and the immunomodulatory effect of Gentabiferon-B in conditions of tumor progression are preserved. **Keywords:** Gentabiferon-B, recombinant interferons, gentamicin, Ehrlich ascites carcinoma, mice, doxorubicin.*

Введение. Модель асцитной аденокарциномы Эрлиха (АКЭ) позволяет изучать влияние лекарственных средств на организм мышей в условиях стресса и развития опухолевой патологии [1]. Применение ряда известных противоопухолевых препаратов и, в частности, доксорубина сопряжено с проявлением побочных эффектов, одним из которых может выступать супрессия иммунной системы [2]. В условиях угнетения иммунных функций возникает риск развития бактериальной инфекции у животных-опухоленосителей, для лечения которых обычно назначают антибактериальные препараты [3]. Однако существуют данные о снижении в некоторых случаях эффективности противоопухолевой терапии при комбинировании ее с антибиотиками, усилении токсического действия на организм хозяина и проявлении других побочных эффектов [2]. Одним из путей устранения негативных эффектов данных явлений может выступать применение иммуномодулирующих средств, например интерферонов, поскольку известно их противовоспалительное, цитостатическое, иммуномодулирующее действие [4]. Применение экзогенных интерферонов в сочетании с некоторыми противоопухолевыми препаратами приводило к усилению противоопухолевых эффектов [5].

Комбинированный препарат «Гентабиферон-Б» содержит антибиотик аминогликозидного ряда – гентамицин и смесь видоспецифичных бычьих рекомбинантных интерферонов - α и - γ , поэтому, вероятно, способен проявлять как антимикробное действие, так и стимулировать активность иммунной системы [6].

Поэтому **целью** нашей работы явилось исследование влияния гентабиферона-Б на морфофункциональное состояние организма мышей с асцитной карциномой Эрлиха в условиях применения доксорубина.

Материалы и методы исследований. Работа была проведена в соответствии с требованиями действующих международных и российских законодательных актов и «Руководства по проведению доклинических исследований лекарственных средств» [7], а также комиссии по биоэтике института. Исследования проводили на здоровых белых беспородных самцах мышей разведения вивария ФГБНУ «ВНИВИПФиТ». Объектом исследования служил препарат «Гентабиферон-Б» (ООО «НПЦ «ПроБиоТех», Республика Беларусь), содержащий в 1 мл смесь видоспецифических для КРС рекомбинантных цитокинов суммарной активностью не менее 10^4 МЕ и 0,04 г гентамицина сульфата. В качестве противоопухолевого препарата использовали доксорубин (Доксорубин-Ферейн®, ПАО «Брынцалов-А», РФ).

Моделирование асцитной карциномы Эрлиха (АКЭ) у мышей проводили инъекцией в перитонеальную полость семидневной суспензии опухолевых клеток в количестве 3×10^6 на мышь, разведенных до 0,5 мл раствором Хэнкса (pH 7,4).

Для проведения экспериментальной работы было сформировано 5 групп белых беспородных мышей-самцов массой 18-20 г по $n=12$ в каждой. Дизайн эксперимента представлен в таблице 1. На 10 сутки опухолевого роста по 6 животных из каждой группы эвтаназировали путем передозировки CO_2 для получения образцов тканей. За остальными животными вели наблюдение в течение 50 дней для определения продолжительности их жизни.

Таблица 1 – Дизайн эксперимента

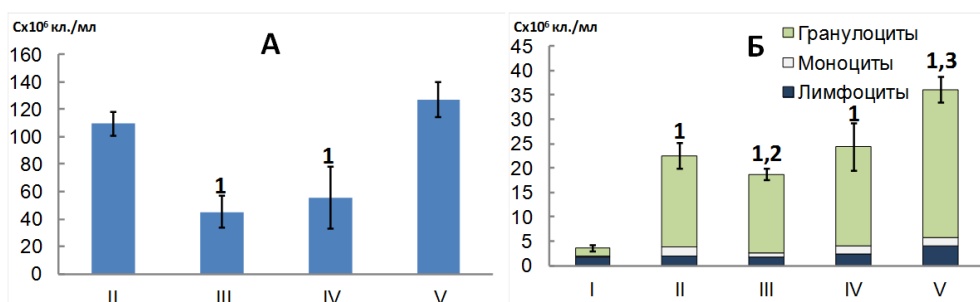
Экспериментальные группы	Препараты и условия применения
I	Изотонический раствор натрия хлорида внутримышечно на 2 и 4 сут. в объеме 0,2 мл
II	Клетки АКЭ $3 \cdot 10^6$ кл/мл интраперитонеально в объеме 0,5 мл
III	Клетки АКЭ $3 \cdot 10^6$ кл/мл интраперитонеально в объеме 0,5 мл. Доксорубин 3,5 мг/кг интраперитонеально на 2 и 4 сут. в объеме 0,2 мл
IV	Клетки АКЭ $3 \cdot 10^6$ кл/мл интраперитонеально в объеме 0,5 мл. Доксорубин 3,5 мг/кг интраперитонеально и препарат «Гентабиферон-Б» 0,1 мл/кг внутримышечно на 2 и 4 сут. в объеме 0,2 мл
V	Клетки АКЭ $3 \cdot 10^6$ кл/мл интраперитонеально в объеме 0,5 мл. Препарат «Гентабиферон-Б» 0,1 мл/кг на 2 и 4 сут. в объеме 0,2 мл

Взятие асцитной жидкости из брюшной полости проводили шприцем после эвтаназии. Концентрацию опухолевых клеток и лейкоцитов крови определяли в камере Горяева. Цитологические препараты крови и асцита окрашивали по Романовскому-Гимзе. Исследование микропрепаратов проводили с помощью микроскопа Микромед-3 (Микромед, Китай) при увеличении $\times 1000$. Для определения доли клеток различных типов подсчитывали 200 клеток в препарате.

Для оценки выживаемости мышей (кумулятивной доли выживших) использовали анализ выживания Каплана-Майера, группы сравнивали с помощью Лог-ранк теста. U-тест Майна-Уитни применяли для сравнения других исследуемых показателей между группами животных с помощью программы STATISTICA 10 (Statsoft, USA). Различия между группами считали значимыми при $p < 0,05$.

Результаты исследований.

В ходе исследования нами была определена концентрация клеток в перитонеальной полости мышей с АКЭ на 10 сутки опухолевого роста (Рисунок 1А). Среди клеток, обнаруженных в асцитной жидкости всех групп, наибольшую часть составляли клетки опухоли.



исследуемые группы животных (I - V); ¹ – статистически значимое отличие от группы I, при $p < 0,05$; ² – статистически значимое отличие от группы II, при $p < 0,05$; ³ – статистически значимое отличие от группы III, при $p < 0,05$; С – концентрация клеток (клет./мл)

Рисунок 1 – Концентрация клеток в перитонеальной полости (А) и лейкоцитов (Б) в крови мышей с АКЭ на 10 сутки опухолевого роста

Как видно из представленных данных, применение доксорубина совместно с гентабифероном-Б (группа IV) и при монотерапии (группа III) приводило к значимому снижению концентрации клеток в асците на 49,3 и 58,6%, соответственно относительно количества клеток у мышей группы II, которое составило $(109,41 \pm 8,76) \cdot 10^6$ кл/мл. При этом введение только гентабиферона-Б мышам с АКЭ (группа V) не вызывало статистически значимого изменения концентрации клеток в перитонеальной полости, относительно этого показателя у мышей группы II. Таким образом, применение гентабиферона-Б сохраняло цитотоксическое действие доксорубина по отношению к опухолевым клеткам.

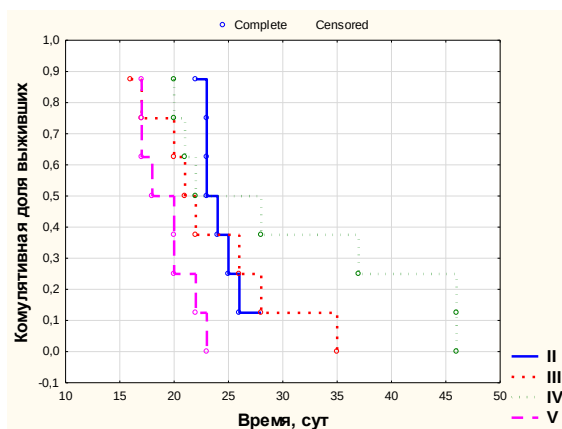
Введение гентабиферона-Б и доксорубина оказывало влияние на содержание популяций лейкоцитов крови, определяемое на 10 сутки опухолевого роста (рисунок 1Б). Относительно концентрации лейкоцитов в контрольной группе, составившей $(3,54 \pm 0,72) \cdot 10^6$ кл/мл, количество лейкоцитов на 10 сутки опухолевого роста возросло в 5,3; 4,3; 5,9 и 9,2 раз в группах II; III; IV и V соответственно. Мыши с АКЭ после инъекции доксорубина обладали значимо меньшей концентрацией лейкоцитов в крови относительно животных с опухолью. Так, количество лейкоцитов в группе III составляло $(18,68 \pm 1,23) \cdot 10^6$ кл/мл и было на 16,9% меньше, чем у мышей группы II $((22,48 \pm 2,62) \cdot 10^6$ кл/мл). Концентрация лейкоцитов в крови при сочетанном использовании гентабиферона-Б и доксо-

рубидина статистически значимо не отличалась от этого значения как в группе II, так и в группе III. Применение только гентабиферона-Б мышам-опухоленосителям приводило к повышению концентрации лейкоцитов на 92,6% до $(35,98 \pm 2,66) \cdot 10^6$ кл/мл относительно мышей группы III.

Обнаруженный лейкоцитоз у мышей-опухоленосителей в первую очередь был связан с инверсией лейкоцитарной формулы и вследствие этого – с гранулоцитозом. Во всех группах у мышей с АКЭ наблюдался существенный рост концентрации гранулоцитов в 10,9; 9,3; 11,9 и 18,8 раза у мышей II; III; IV и V групп соответственно, относительно концентрации гранулоцитов у здоровых животных, составившей $(1,56 \pm 0,43) \cdot 10^6$ кл/мл. При этом введение гентабиферона-Б мышам с АКЭ (группа V) вызывало значимое увеличение количества гранулоцитов в крови. Оно составляло $(30,92 \pm 2,25) \cdot 10^6$ кл/мл и было выше на 66,6% у мышей из группы II, а также увеличивалось на 92,5% относительно группы III.

Концентрация лимфоцитов значимо возрастала в группах II и V на 15,8 и 149,1% соответственно относительно мышей контрольной группы, которая составила $(1,65 \pm 0,31) \cdot 10^6$ кл/мл. При этом концентрация лимфоцитов у мышей из групп III и IV значимо не отличалась от таковой у здоровых животных (группа I) и была равной $(1,67 \pm 0,25) \cdot 10^6$ и $(2,33 \pm 0,81) \cdot 10^6$ кл/мл, соответственно. В группе IV она была на 39,5% статистически значимо выше, чем в группе III. У мышей-опухоленосителей возрастала также и концентрация моноцитов, относительно концентрации этих клеток у здоровых животных. Так, в группах II, IV и V происходило увеличение концентрации моноцитов в 5,1; 4,5 и 4,0 раза соответственно относительно концентрации этой популяции клеток у мышей контрольной группы (группа I), которая составляла $(0,33 \pm 0,20) \cdot 10^6$ кл/мл. Введение доксорубина (группа III) не вызывало изменения величины данного исследуемого показателя относительно контрольной группы.

Кроме того, нами были получены кривые выживаемости Каплана-Майера мышей исследуемых групп (рисунок 2).



II – V – исследуемые группы животных

Рисунок 2 – Кривые выживаемости Каплана-Майера мышей с АКЭ

Средняя продолжительность жизни мышей с АКЭ (группа II) составляла $19,67 \pm 6,71$ суток. Сходные значения продолжительности жизни были получены нами в группе V у животных с опухолью после инъекций гентабиферона-Б ($19,25 \pm 2,37$ суток). Несколько большая средняя продолжительность жизни наблюдалась при терапии доксорубином мышей-опухоленосителей, которая была равна $24,25 \pm 1,98$ суток. У животных из группы IV средняя продолжительность жизни составила $30,00 \pm 11,4$ суток, она была статистически значимо на 55,84% выше средней продолжительности жизни мышей из группы V. Таким образом, комбинированное применение гентабиферона-Б и доксорубина приводило к увеличению продолжительности жизни мышей с АКЭ.

Поскольку в различных исследованиях продемонстрирована неоднозначная роль нейтрофилов и других гранулоцитов в опухолевой прогрессии, гранулоцитоз, опосредующий лейкоцитоз может выступать маркером влияния на иммунную систему со стороны опухоли и быть связанным с опухолевым ростом [8]. Поэтому значительное увеличение концентрации лейкоцитов и их популяций у мышей-опухоленосителей в совокупности с сохранением высокой концентрации опухолевых клеток и некоторым снижением продолжительности жизни у мышей с АКЭ после инъекции гентабиферона-Б (группа V) может свидетельствовать о стимуляции влияния опухоли на иммунную систему животных, что, вероятно, связано с действием антибиотика – гентамицина. Эти данные подтверждаются другими исследованиями, которые показали снижение эффективности противоопухолевой терапии при введении пациентам антибиотиков, в связи с угнетением стимуляции клеток иммунной системы со стороны комменсального микробиома [9].

Вместе с тем сочетание доксорубина и гентабиферона-Б у мышей группы IV не приводило к значительному росту концентрации лейкоцитов в крови мышей. Уровень лейкоцитов, гранулоцитов и моноцитов достоверно отличался от такового у животных группы III, получавших только доксорубин. При этом увеличение концентрации лимфоцитов в крови мышей группы IV относительно таковой у животных группы III, позволяет предполагать иммуномодулирующее действие гентабиферона-Б на иммунную систему мышей с опухолью, которое в некоторой степени, возможно, способно компенсировать иммуносупрессивное действие доксорубина [10]. В пользу этого свидетельствует сохранение сниженного уровня опухолевых клеток в перитонеальной полости и значимое увеличение продолжительности жизни мышей с АКЭ после комплексного введения доксорубина и гентабиферона-Б, что, вероятно, обусловлено входящими в состав гентабиферона-Б рекомбинантными цитокинами, обладающими иммуномодулирующими свойствами [5].

Заключение. Таким образом, комбинированная терапия мышей с АКЭ гентабифероном-Б и противоопухолевым препаратом – доксорубином приводила к увеличению продолжительности жизни животных-опухоленосителей. Совместное применение препаратов не вызвало снижения цитотоксического действия доксорубина по отношению к опухолевым клеткам, которое оценивалось по концентрации клеток АКЭ в асците на 10 сутки опухолевого роста. В отличие от монотерапии доксорубином введение гентабиферона-Б и противоопухолевого препарата индуцировало лимфоцитоз в крови животных. Эти результаты позволяют предполагать сохранение противоопухолевой активности доксорубина при его совместном применении с гентабифероном-Б и иммуномодулирующее действие комбинированного препарата, вероятно, благодаря содержанию интерферонов- α и - γ в его составе.

Conclusion. Thus, combined therapy of mice with EAC with Gentabiferon-B and the antitumor drug doxorubicin led to an increase in the longevity of tumor-bearing animals. The combined use of drugs did not cause a decrease in the cytotoxic effect of doxorubicin in relation to tumor cells, which was assessed by the concentration of EAC cells in ascite on day 10 of tumor growth. In contrast to monotherapy with doxorubicin, administration of Gentabiferon-B and an antitumor drug induced lymphocytosis in the blood of animals. These results suggest the preservation of the antitumor activity of doxorubicin when it is used together with Gentabiferon-B and the immunomodulatory effect of the combined drug, probably due to the content of interferons- α and - γ in its composition.

Список литературы. 1. Ehrlich ascites carcinoma / M. Ozaslan [et al] // *African journal of Biotechnology*. – 2011. – Vol. 10. – P. 2375–2378. 2. Using antimicrobial adjuvant therapy in cancer treatment: a review / K. Alibek [et al] // *Infect. Agent. Cancer*. – 2012. – Vol. 7(1):33. - doi: 10.1186/1750-9378-7-33. 3. Kubeček, O. Risk Factors for Infections, Antibiotic Therapy, and Its Impact on Cancer Therapy Outcomes for Patients with Solid Tumors / O. Kubeček, P. Paterová, M. Novosadová // *Life (Basel)*. – 2021. – Vol. 11(12):1387. – doi: 10.3390/life11121387. 4. Nandi, B. Regulation of neutrophils by interferon- γ limits lung inflammation during tuberculosis infection / B. Nandi, S. Behar // *J. Exp. Med*. – 2011. – Vol. 208(11). – P. 2251–2262. – doi: 10.1084/jem.20110919. 5. Borden, E. C. Interferons α and β in cancer: therapeutic opportunities from new insights / E. C. Borden // *Nat. Rev. Drug Discov.* – 2019. – Vol. 18. – P. 219–234. – doi: 10.1038/s41573-018-0011-2. 6. Study of Mutagenic and Antitoxic Properties of Gentabiferon-B / S. Shabunin [et al] // *Macedonian Veterinary Review*. – 2022. – Vol. 45, No. 1. – P. 79–87. – DOI 10.2478/macvetrev-2022-0016. 7. Руководство по проведению доклинических исследований лекарственных средств / А. Н. Миронов [и др.] ; ред. А. Н. Миронов. – М. : Гриф и К, 2012. – Ч. 1. – 944 с. 8. Schernberg, A. Deutsch Neutrophils, a candidate biomarker and target for radiation therapy? / A. Schernberg, P. Blanchard, C. Chargari // *Acta Oncol*. – 2017. – Vol. 56 (11). – P. 1522–1530. – doi: 10.1080/0284186X.2017.1348623. 9. The microbiome in anti-cancer therapy / S. Bashiardes [et al] // *Semin. Immunol*. – 2017. – Vol. 32. – P. 74–81. – doi: 10.1016/j.smim.2017.04.001. 10. Chanan-Khan, A. A. Pegylated liposomal doxorubicin and immunomodulatory drug combinations in multiple myeloma: rationale and clinical experience / A. A. Chanan-Khan, K. Lee // *Clin. Lymphoma Myeloma*. – 2007. – Suppl. 4. – P. 163–169. – doi: 10.3816/clm.2007.s.018.

References. 1. Ehrlich ascites carcinoma / M. Ozaslan [et al] // *African journal of Biotechnology*. – 2011. – Vol. 10. – P. 2375–2378. 2. Using antimicrobial adjuvant therapy in cancer treatment: a review / K. Alibek [et al] // *Infect. Agent. Cancer*. – 2012. – Vol. 7(1):33. - doi: 10.1186/1750-9378-7-33. 3. Kubeček, O. Risk Factors for Infections, Antibiotic Therapy, and Its Impact on Cancer Therapy Outcomes for Patients with Solid Tumors / O. Kubeček, P. Paterová, M. Novosadová // *Life (Basel)*. – 2021. – Vol. 11(12):1387. – doi: 10.3390/life11121387. 4. Nandi, B. Regulation of neutrophils by interferon- γ limits lung inflammation during tuberculosis infection / B. Nandi, S. Behar // *J. Exp. Med*. – 2011. – Vol. 208(11). – P. 2251–2262. – doi: 10.1084/jem.20110919. 5. Borden, E. C. Interferons α and β in cancer: therapeutic opportunities from new insights / E. C. Borden // *Nat. Rev. Drug Discov.* – 2019. – Vol. 18. – P. 219–234. – doi: 10.1038/s41573-018-0011-2. 6. Study of Mutagenic and Antitoxic Properties of Gentabiferon-B / S. Shabunin [et al] // *Macedonian Veterinary Review*. – 2022. – Vol. 45, No. 1. – P. 79–87. – DOI 10.2478/macvetrev-2022-0016. 7. Rukovodstvo po provedeniyu doklinicheskikh issledovaniy lekarstvennykh sredstv / A. N. Mironov [et al.]; red. A. N. Mironov. – M. : Grif i K, 2012. – Part 1. – 944 p. 8. Schernberg, A. Deutsch Neutrophils, a candidate biomarker and target for radiation therapy? / A. Schernberg, P. Blanchard, C. Chargari // *Acta Oncol*. – 2017. – Vol. 56 (11). – P. 1522–1530. – doi: 10.1080/0284186X.2017.1348623. 9. The microbiome in anti-cancer therapy / S. Bashiardes [et al] // *Semin. Immunol*. – 2017. – Vol. 32. – P. 74–81. – doi: 10.1016/j.smim.2017.04.001. 10. Chanan-Khan, A. A. Pegylated liposomal doxorubicin and immunomodulatory drug combinations in multiple myeloma: rationale and clinical

experience / A. A. Chanan-Khan, K. Lee // Clin. Lymphoma Myeloma. – 2007. – Suppl. 4. – P. 163–169. – doi: 10.3816/clm.2007.s.018.

Поступила в редакцию 27.04.2023.

DOI 10.52368/2078-0109-2023-59-2-14-18
УДК 619:616.98:579.842.14

РАЗРАБОТКА ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПОЛУЧЕНИЯ И КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ИНАКТИВИРОВАННОЙ ЭМУЛЬГИРОВАННОЙ ВАКЦИНЫ ДЛЯ ПРОФИЛАКТИКИ САЛЬМОНЕЛЛЕЗА ПТИЦ

Даровских И.А.

Витебская областная ветеринарная лаборатория, г. Витебск, Республика Беларусь

В статье приведены данные о разработке оптимальных параметров получения и контроля качества инактивированной эмульгированной вакцины для профилактики сальмонеллеза птиц, выделении и подборе эффективных в иммуногенном отношении вакцинных штаммов сальмонелл. Приведены данные о выделении в условиях птицеводческих хозяйств Республики Беларусь возбудителей для формирования вакцинных штаммов. Важность и актуальность данной работы состоит в том, что проведение подбора вакцинных штаммов с учетом циркулирующих штаммов сальмонелл в каждой отдельно взятой эндемичной зоне необходимо для создания максимально эффективных в иммуногенном отношении вакцин. **Ключевые слова:** сальмонеллез, куры, профилактика, вакцина, штаммы, параметры, эффективность.

DEVELOPMENT OF OPTIMUM PARAMETERS FOR OBTAINING AND QUALITY CONTROL INACTIVATED EMULSIFIED VACCINE FOR THE PREVENTION OF AVIAN SALMONELLOSIS

Darouskikh I.A.

Vitebsk Regional Veterinary Laboratory, Vitebsk, Republic of Belarus

The article presents data on the development of optimal parameters for the production and quality control of an inactivated emulsified vaccine for the prevention of salmonellosis in birds, the isolation and selection of immunogenically effective vaccine strains of *Salmonella*. The data on the isolation of pathogens for the formation of vaccine strains in the conditions of poultry farms of the Republic of Belarus are given. The importance and relevance of this work lies in the fact that the selection of vaccine strains, taking into account the circulating *Salmonella* strains in each individual endemic zone, is necessary to create the most immunogenically effective vaccines. **Keywords:** salmonellosis, chickens, prevention, vaccine, strains, parameters, efficiency.

Введение. Для промышленного птицеводства решение проблемы сальмонеллезом имеет особое значение, так как именно эта отрасль производит диетическую, легко усвояемую продукцию. На основании сообщений об обнаружении сальмонеллы в продуктах питания можно сделать вывод, что чаще ее выделяют из продуктов переработки домашней птицы, чем от любых других видов животных. Этот факт свидетельствует о широкой распространенности сальмонеллезной инфекции среди сельскохозяйственной птицы, в частности среди цыплят и индюшат, выращиваемых на мясо. Вспышки сальмонеллеза среди людей в большинстве своем вызваны обсемененным сальмонеллами мясом домашней птицы и яйцами, поэтому контроль сальмонеллезом птиц является важной задачей птицеводства с точки зрения здравоохранения и экономических перспектив. Бактерии рода *Salmonella* являются одной из причин острых и хронических инфекционных болезней домашней птицы [1, 2].

Отслеживание эпизоотической ситуации, определение этиологической структуры сальмонеллеза является необходимым условием и основанием для конструирования новых специфических препаратов для профилактики болезни. Не менее важной является необходимость углубленного исследования культурально-морфологических, биохимических, патогенных и антигенных свойств серовариантов сальмонелл, выделяемых от птиц [3, 5].

Так, известен аттенуированный штамм сальмонелл *Salmonella enteritidis* ВГНКИ 204-R. Указанный штамм обладает культуральными и ферментативными свойствами, присущими роду *Salmonella*. Аттенуированный штамм *Salmonella enteritidis* ВГНКИ 204-R используют для приготовления препарата против сальмонеллеза кур. Недостатком является его способность к реверсии патогенности, что может быть причиной вспышки сальмонеллеза в хозяйстве. Известен и патогенный штамм сальмонелл *Salmonella enteritidis* ВГНКИ № 22, но его недостатком является то, что он выделен не в Республике Беларусь, и поэтому менее специфичен, что является причиной более низкой профилактической эффективности вакцины на его основе. Известен аттенуированный штамм сальмонелл *Salmonella typhimurium* ВГНКИ № 14. Указанный штамм обладает культуральными и фер-

ментативными свойствами, присущими роду *Salmonella*. Недостатком аттенуированного штамма является его способность к реверсии патогенности, что может вызвать заболевание сальмонеллезом. За прототип для отечественных вакцин берут и патогенный штамм бактерий *Salmonella typhimurium* № 159. Недостатком указанного штамма является то, что он выделен не в Республике Беларусь и поэтому менее специфичен, что может отразиться на эффективности вакцины на его основе [3, 4, 5, 6].

Таким образом, актуальным остается вопрос о подборе штаммов для изготовления вакцин для профилактики сальмонеллеза птиц.

Цель работы: селекционирование штамма бактерий *Salmonella enteritidis*, специфичного для хозяйств Беларуси.

Материалы и методы исследований. Штаммы сальмонелл выделяли в отделе бактериологии ЛДУ «Витебская областная ветеринарная лаборатория». Материалом служили паренхиматозные органы павшей от сальмонеллеза птицы (цыплята), принадлежавшие ОАО «Витебская бройлерная птицефабрика».

Выделенные штаммы депонировали в качестве штамма-антигена в коллекции микроорганизмов РУП «Институт экспериментальной ветеринарии им. С.Н. Вышелесского».

Результаты исследований. Проведенные нами исследования по изучению этиологической структуры сальмонеллеза птиц на территории Республики Беларусь показали, что это заболевание наиболее часто вызывается следующими серовариантами сальмонелл: *Salmonella enteritidis* и *Salmonella typhimurium*.

В результате проведенных исследований и мониторинга эпизоотической ситуации по сальмонеллезу, проведения многократных бактериальных исследований был выделен штамм бактерий *Salmonella enteritidis*. Штамм содержит полноценный набор О- и Н-антигенов, что характеризует его специфичность, в частности, для Республики Беларусь. Заявленный штамм обладает более высокой вирулентностью (LD_{50} для белых мышей - 100 живых микробных клеток при внутрибрюшинном заражении) по сравнению с прототипом (LD_{50} для белых мышей внутрибрюшинно $2,4 \times 10^6$ живых микробных клеток), что позволяет сконструировать более иммуногенную вакцину с небольшой антигенной нагрузкой.

Штамм бактерий *Salmonella enteritidis* депонирован в качестве штамма-антигена в коллекции микроорганизмов РУП «Институт экспериментальной ветеринарии им. С.Н. Вышелесского» и ему присвоен регистрационный номер КМИЭВ-В133.

Штамм бактерий *Salmonella enteritidis* КМИЭВ-В133 – штамм-антиген обладает следующими свойствами.

Таксономическая принадлежность. Предложенный штамм бактерий *Salmonella enteritidis* КМИЭВ-В133 – штамм-антиген отнесен к семейству *Enterobacteriaceae*, роду *Salmonella*, виду *Salmonella enteritidis*.

Морфологические признаки. Подвижные грамотрицательные палочки, спор и капсул не образуют.

Культуральные признаки. На МПБ образует равномерное помутнение через 6-10 часов роста при 37°C, на МПА формирует округлые выпуклые колонии в S – форме диаметром 1-3 мм, беловатого цвета, голубоватые в проходящем свете, на среде Эндо - округлые голубоватые колонии 1-3 мм в диаметре, гладкие блестящие, на Висмут-Сульфит агаре – округлые колонии, через 24-48 часов – выраженный металлический блеск, на ПЖА – диффузный рост.

Биохимические свойства. Ферментирует с образованием кислоты и газа глюкозу, маннит, ксилозу, сорбит, арабинозу, дульцит, не ферментирует лактозу, сахарозу, мальтозу, инозит, не гидролизует мочевины, образует сероводород, не образует индол и ацетилметилкарбинол в реакции Фогес-Проскауэра.

Физико-химические свойства. Чувствителен к липолитическим агентам, теплу и различным дезинфектантам. Длительно сохраняется в лиофилизированном состоянии или при хранении при минус 20°C – минус 60°C (до 19 месяцев).

Антигенные свойства. Агглютинируется монорецепторными сальмонеллезными сыворотками О - 5; Н- g, m.

Патогенность и вирулентность. Штамм вызывает гибель белых мышей массой 14-16 г при внутрибрюшинном введении 300 млн м.т., LD_{50} составляет 100 клеток при внутрибрюшинном заражении.

Также было проведено селекционирование штамма бактерий *Salmonella typhimurium*, выделенного в одном из хозяйств Беларуси и потому являющегося специфичным для территории Республики Беларусь, а также обладающего стабильными иммунобиологическими свойствами, содержит полноценный набор О- и Н-антигенов, что характеризует его специфичность, в частности, для Республики Беларусь и, кроме того, заявленный штамм обладает более высокой вирулентностью (LD_{50} для белых мышей - 50 живых микробных клеток при внутрибрюшинном заражении) по сравнению с прототипом

(LD₅₀ для белых мышей - 5×10^3 живых микробных клеток при внутрибрюшинном заражении), что позволяет сконструировать более иммуногенную вакцину с небольшой антигенной нагрузкой. Штамм бактерий *Salmonella typhimurium* депонирован в качестве штамма-антигена в коллекции микроорганизмов РУП «Институт экспериментальной ветеринарии им. С.Н. Вышелесского» и ему присвоен регистрационный номер КМИЭВ-В135.

Штамм бактерий *Salmonella typhimurium* КМИЭВ-В135 – штамм-антиген обладает следующими свойствами.

Таксономическая принадлежность. Предложенный штамм бактерий *Salmonella typhimurium* КМИЭВ-В135 – штамм-антиген отнесен к семейству *Enterobacteriaceae*, к роду *Salmonella*, виду *Salmonella typhimurium*.

Морфологические признаки. Подвижные грамотрицательные палочки, спор и капсул не образуют.

Культуральные признаки. На МПБ образует равномерное помутнение через 6-10 часов роста при 37°C, на МПА формирует округлые выпуклые колонии в S – форме диаметром 1-3 мм, беловатого цвета, голубоватые в проходящем свете, на среде Эндо - округлые голубоватые колонии 1-3 мм в диаметре, гладкие блестящие, на Висмут-Сульфит агаре – округлые колонии, через 24-48 часов – выраженный металлический блеск, на ПЖА – диффузный рост.

Биохимические свойства. Ферментирует с образованием кислоты и газа глюкозу, маннит, ксилозу, сорбит, арабинозу, дульцит, не ферментирует лактозу, сахарозу, мальтозу, инозит, не гидролизует мочевины, образует сероводород, не образует индол и ацетилметилкарбинол в реакции Фогес-Проскауэра.

Физико-химические свойства. Чувствителен к липолитическим агентам, теплу и различным дезинфектантам. Длительно сохраняется в лиофилизированном состоянии или при хранении при минус 20°C – минус 60°C (до 19 месяцев).

Антигенные свойства. Агглютинируется монорецепторными сальмонеллезными сыворотками - О 5; Н- i (очень быстро), 1.2.5.6 – реакция замедленная, либо отсутствует.

Патогенность. Штамм вызывает гибель белых мышей массой 14-16 г при внутрибрюшинном введении 300 млн м.т., LD₅₀ составляет 50 клеток при внутрибрюшинном заражении

На штаммы *Sal.tnenteritidis* КМИЭВ-В133 и *Sal.tnenteritidis* КМИЭВ-В133 нами получены патенты Республики Беларусь на изобретение.

Таким образом, при конструировании сорбированной и эмульгированной вакцины в качестве продуцента антигенов использовали штамм-антиген *Sal.tnenteritidis* КМИЭВ-В133 и штамм-антиген *Sal.typhimurium* КМИЭВ-В135.

На первом этапе приготовления вакцины получают антигены сальмонелл из штаммов-антигенов *Sal. enteritidis* КМИЭВ-В133 и *Sal. typhimurium* КМИЭВ-В135. Данную работу проводили в цехе производства бактериальных вакцин УП «Витебская биофабрика» по следующей схеме (рисунок).

1. Отбор производственных штаммов сальмонелл (проверка паспортных данных)
2. Получение бактериальной массы путем посева и культивирование отобранных штаммов сальмонелл в биореакторе
3. Отделение бактериальных клеток от питательной среды методом центрифугирования и ресуспензирование бактериальных клеток забуферным физиологическим раствором до необходимой концентрации
4. Инактивация культур сальмонелл Проверка готового антигена на стерильность и полноту инактивации
5. Составление вакцины (получение предэмульсии и эмульсии вакцины)
6. Проверка стерильности и стабильности полученной вакцины

Рисунок – Схема конструирования эмульгированной вакцины

Для проверки биологических свойств сальмонелл, конструирования и испытания полученного антигена нами были использованы питательные среды (МПБ, МПА, среда Китта-Тароцци, бульон Хоттингера и др.).

Ампулы с производственными штамм-антигенами *Sal. enteritidis* КМИЭВ-B133 и *Sal. typhimurium* КМИЭВ-B135 перед использованием комиссионно вскрыли. Для получения раскладки сухие культуры растворили в пробирке с МПБ и культивировали в термальной комнате в течение 16 часов при температуре $37\pm1^\circ\text{C}$. Для получения раскладки на полужидком МПА, мы культуры первой раскладки трижды подращивали в МПБ при $37\pm1^\circ\text{C}$ в течение 6 часов. С целью получения изолированных колоний культуры рассевали на 2 чашки Петри с МПА по Дригальскому. Посевы инкубировали в термальной комнате при $37\pm1^\circ\text{C}$ в течение 16 часов. После культивирования посевы просматривали и отбирали колонии в «S» форме (округлой формы, гладкие, блестящие, с ровными краями, прозрачные с голубоватым оттенком). Эти колонии пересевали на 0,3% полужидкий МПА во флаконах, культивировали при $37\pm1^\circ\text{C}$, в течение 20 часов.

С целью проверки всех используемых штаммов сальмонелл на соответствие паспортным данным и чистоту роста бактериальных культур изучали их биологические свойства. Затем получили бактериальную массу путем посева и культивирования отобранных штаммов сальмонелл в биореакторе. Штаммы-антигены *Sal. enteritidis* КМИЭВ-B133 и *Sal. typhimurium* КМИЭВ-B135 на 0,3% полужидком МПА каждые отдельно пересевали в биореакторы на бульон Хоттингера. Культивирование осуществляли в течение 18-24 часов при температуре $36-38^\circ\text{C}$, парциальном давлении 0,012-0,020 мПа, в течение 2-х часов без аэрации и при частичном перемешивании. Через 2 часа осуществляют подачу стерильного воздуха в объеме $0,01 \text{ м}^3/\text{ч}$ и перемешивание со скоростью 150 об/мин. Через каждый час культивирования отбирают пробы микробной суспензии, определяют уровень накопления бактериальной массы (с помощью Денситометра) и устанавливают pH среды. Понижение pH в растущей культуре до 7 и ниже регулируют подщелачиванием путем добавления 10%-ного раствора NaOH до pH 7,6-7,8. Через 2, 4, 6 часов от начала засева среду трижды обогащают раствором глюкозы из расчета 0,3% сухого вещества глюкозы на 1 л среды.

Полученный посевной материал проверяли на чистоту роста макроскопически, просматривая посевы на свету и микроскопированием мазков, окрашенных по Граму.

Отделение бактериальных клеток от питательной среды проводили путем центрифугирования на проточной центрифуге при 8000-10000g в течение 20-30 минут. Затем надосадочную жидкость сливали, а осадок ресуспендировали забуференным физиологическим раствором при pH 7,4-7,6 до концентрации микробных клеток $6,67 \text{ млрд}/\text{м}^3$. Концентрацию бактериальных клеток определяли, используя *Densitometr*.

Полученную суспензию бактериальных клеток инактивировали формалином в концентрации 0,5% при 37°C в течение 120 часов. Полноту инактивации и стерильность проверяли путем посева по $0,2 \text{ см}^3$ бактериальной суспензии в пробирки с МПА, МПБ и МППБ и по 2 см^2 бактериальной суспензии во флаконы с МПБ и МППБ. Посевы культивировали при 37°C в течение 10 суток.

Проводили смешивание инактивированных штаммов бактерий *Salmonella enteritidis* КМИЭВ-B133 и *Salmonella typhimurium* КМИЭВ-B135 штамм-антиген в соотношении 1:1. Затем готовили предэмульсию путем смешивания бактериальной суспензии штаммов и масляного адьюванта – Montanide ISA-70 VG – в количестве 70 частей адьюванта на 30 частей смеси вышеуказанных штаммов-антигенов. Полученную предэмульсию выдерживали при 37°C в течение 12 часов. Для получения однородной стабильной эмульсии предэмульсию подвергли гомогенизации на диспергаторе при скорости гомогенизации (перемешивания) 3000-4000 об/мин и в течение 10 минут. Полученную эмульсию проверяли на стабильность путем центрифугирования при 2000 об/мин в течение 20 минут, а также проверили посев на МПА, МПБ и МППБ на стерильность.

Технологическая схема изготовления вакцины состоит из следующих этапов: реактивация и контроль штаммов *S. enteritidis* и *S. typhimurium*, получение посевного материала, засев в бутылки или матрасные колбы, инактивация антигенов сальмонелл, расфасовка серии вакцины, упаковка и маркировка серии вакцины, контроль и хранение серии вакцины, реализация потребителям.

Отбор, посев, культивирование производственных штаммов сальмонелл *S. typhimurium* и *S. enteritidis* проводили по общепринятым методикам. Инактивацию полученной микробной взвеси проводили формалином (содержание формальдегида не менее 36,6%) до 0,3 % от общего объема (из расчета $0,5 \text{ см}^3$ на 100 см^3 суспензии) и выдерживать в термостате 25 суток при $37\pm1^\circ\text{C}$.

Проверка иммунной эффективности полиантигена. С этой целью полученные взвеси соответствующих концентраций вводили подкожно в дозе $0,5 \text{ см}^3$ белым мышам массой 14-16 гр (на каждую концентрацию взвеси брали по 6 голов лабораторных животных в опытной группе и по 3 голов в контрольной). Через 10 суток с момента иммунизации всех животных (иммунизированных и контрольных) заражали LD₅₀ производственных штаммов сальмонелл *S. typhimurium* и *S. enteritidis*. За всеми зараженными животными вели наблюдение в течение 10 суток, учитывая павших и выживших животных. Для конструирования вакцины использовали те концентрации взвеси, которые показали результат не менее 70% иммунной эффективности.

Проверка полученной вакцины на стерильность и безвредность: использовали 20 цыплят 30-40-дневного возраста, 10 цыплятам подкожно в области средней трети шеи вводили по 1 см³ вакцины из объединенной пробы, 10 цыплят не вакцинировали и оставляли в качестве контроля. Наблюдение за цыплятами опытной и контрольной группы вели в течение 21 дня, за это время вакцина не вызвала заболевание и гибель цыплят. Наблюдалось незначительное повышение температуры в течение первых 3-х суток с момента введения. Через 21 день после введения вакцины цыплята опытной группы убивали и осматривали место введения вакцины. На месте инъекции не присутствовали уплотнения, имелись незначительные гранулемы. Цыплята контрольной группы оставались здоровыми. Стерильность вакцины проверяли на питательных средах согласно общепринятой методике проверки биологических препаратов.

Таким образом сконструированная вакцина для профилактики сальмонеллеза птиц прошла все необходимые контроли.

Заключение. Проведенная работа по разработке оптимальных параметров получения и контроля качества инактивированной эмульгированной вакцины для профилактики сальмонеллеза птиц позволила получить высокоэффективный в экономическом и профилактическом отношении биологический препарат. Вакцина соответствует всем предъявляемым к ней требованиям. Ее основным достоинством является то, что при разработке и изготовлении были использованы местные (циркулирующие) штаммы сальмонелл, что однозначно повышает ее профилактическую эффективность при использовании в хозяйствах республики и снижает ее себестоимость.

Conclusion. The work carried out on the development of optimal parameters for the production and quality control of an inactivated emulsified vaccine for the prevention of salmonellosis in birds made it possible to obtain a biological preparation that is highly effective in economic and preventive terms. The vaccine meets all the requirements for it. Its main advantage is that local (circulating) strains of Salmonella were used in the development and manufacture, which clearly increases its preventive effectiveness when used in the farms of the republic and reduces its cost.

Список литературы. 1. Пак, С. Г. Сальмонеллез / С.Г. Пак, М.Х. Турьянов, М.А. Пальцев. – М. : Медицина, 2010. 2. Шабанова, В. Пищевые инфекции. Дизентерия, сальмонеллез, лямблиоз, аскаридоз / В. Шабанова. – М. : Слог, 2014. – 160 с. 3. Клинические рекомендации. Сальмонеллез. 2015 год. 3. Слаусгал'вис, В. Сальмонеллез: меры борьбы и контроль / В. Слаусгал'вис // Животноводство России. – 2010. – № 2. – С. 60–61. 4. Инактивированные вакцины против сальмонеллеза птиц / Д. Смирнов [и др.] // Птицеводство. – 2011. – № 8. – С. 35–38. 5. Staroselsky, A. Проблемы и пути решения сальмонеллезной инфекции в современном птицеводстве / A. Staroselsky // Ветеринария. – 2010. – № 2. – С. 13–15. 6. Пименов, Н. В. Совершенствование средств и методов борьбы с сальмонеллезом птиц / Н. В. Пименов // Ветеринария и кормление. – 2012. – № 4. – С. 32–33.

References. 1. Pak, S. G. Sal'monellez / S.G. Pak, M.H. Tur'yanov, M.A. Pal'cev. – M. : Medicina, 2010. 2. SHabanova, V. Pishchevye infekcii. Dizenteriya, sal'monellez, lyamblioz, askaridoz / V. SHabanova. – M. : Slog, 2014. – 160 c. 3. Klinicheskie rekomendacii. Sal'monellyoz. 2015 god. 3. Slausgal'vis, V. Sal'monellez: mery bor'by i kontrol' / V. Slausgal'vis // ZHivotnovodstvo Rossii. – 2010. – № 2. – S. 60–61. 4. Inaktivirovannye vakciny protiv sal'monelleza ptic / D. Smirnov [i dr.] // Pticevodstvo. – 2011. – № 8. – S. 35–38. 5. Staroselsky, A. Problemy i puti resheniya sal'monelleznoj infekcii v sovremennom pticevodstve / A. Staroselsky // Veterinariya. – 2010. – № 2. – S. 13–15. 6. Pimenov, N. V. Sovershenstvovanie sredstv i metodov bor'by s sal'monellezom ptic / N. V. Pimenov // Veterinariya i kormlenie. – 2012. – № 4. – S. 32–33.

Поступила в редакцию 02.05.2023.

DOI 10.52368/2078-0109-2023-59-2-18-22
УДК 619:616.98:579.842.14

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И ПРОФИЛАКТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИНАКТИВИРОВАННОЙ ЭМУЛЬГИРОВАННОЙ ВАКЦИНЫ ДЛЯ ПРОФИЛАКТИКИ САЛЬМОНЕЛЛЕЗА ПТИЦЫ

Даровских И.А.

Витебская областная ветеринарная лаборатория, г. Витебск, Республика Беларусь

В статье приведены данные об изучении профилактической и экономической эффективности препарата биологического «Вакцина инактивированная эмульгированная для профилактики сальмонеллеза птиц» производства РУП «Институт экспериментальной ветеринарии им. С.Н. Вышелесского». По результатам производственных испытаний разработанный и рекомендуемый биопрепарат показал высокий терапевтический и профилактический эффект и может быть рекомендован для применения в широкой ветеринарной практике в условиях птицеводческих хозяйств Республики Беларусь. **Ключевые слова:** сальмонеллез, куры, профилактика, вакцина, эффективность, сохранность.

ECONOMIC AND PREVENTIVE EFFICIENCY OF INACTIVATED EMULSIFIED VACCINE FOR POULTRY SALMONELLOSIS PREVENTION

Darouskikh I.A.

Vitebsk Regional Veterinary Laboratory, Vitebsk, Republic of Belarus

*The article presents data on the study of the preventive and economic efficiency of the biological preparation "Inactivated emulsified vaccine for the prevention of salmonellosis in birds" produced by RUE "Institute of Experimental Veterinary Medicine named after A.I. S.N. Vyshelsky". According to the results of production tests, the developed and recommended biological product showed a high therapeutic and prophylactic effect and can be recommended for use in a wide veterinary practice in the poultry farms of the Republic of Belarus. **Keywords:** salmonellosis, chickens, prevention, vaccine, efficiency, safety.*

Введение. По данным статистической отчетности Республиканского центра гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья Республики Беларусь, ведущими серотипами сальмонелл, выделяемых от людей на протяжении многих лет, являются *Salmonella enteritidis* и *Salmonella typhimurium*. Заболевания сальмонеллезной этиологии регистрируются у людей на протяжении всего года в виде спорадических случаев; однако имеют место и массовые заболевания. Вспышки, вызванные серотипами *S. enteritidis* и *S. typhimurium*, регистрировались примерно с одинаковой частотой (45 и 46%), прочие серотипы выделялись в 10% вспышек. Данная динамика по видовому разнообразию сальмонелл наблюдается во многих эндемичных странах. Продолжающийся рост заболеваемости сальмонеллезами во многих странах, увеличение числа серовариантов сальмонелл, обнаруживаемых у птиц, животных и у людей, значительная контаминация сальмонеллами пищевых продуктов животного происхождения и объектов внешней среды выдвигают эту инфекцию в ряд важнейших не только ветеринарных, но и медико-экологических и социальных проблем [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7].

По данным отдела бактериологии Белорусского государственного ветеринарного центра, при исследовании патматериала от птиц в преобладающем большинстве выделяется *S. enteritidis*; удельный вес второго эпидемиологически значимого серотипа *S. typhimurium* варьирует по годам. В последние полтора десятилетия этиологическая структура сальмонеллезов птиц значительно изменилась: резко снизилась циркуляция хозяин-адаптированных сальмонелл *Salmonella gallinarum-pullorum* и увеличилось количество хозяин-неадаптированных к организму птиц сальмонелл – *S. haifa*, *S. virchow*, *S. dublin* и других. Вариации в доминировании того или иного серотипа, выделяемого от птиц, прослеживаются в различных странах и регионах мира. Также интересным является общий уровень контаминации сальмонеллами мяса птиц и птицепродуктов [8, 9, 10, 11].

Полученные данные лабораторного мониторинга свидетельствуют, что поддержанию уровня заболеваемости сальмонеллезами населения Республики Беларусь способствует пораженность сальмонеллами поголовья сельскохозяйственных животных (птиц в частности), импорт в республику недоброкачественной по микробиологическим показателям сельскохозяйственной продукции, а также реализация такой продукции животноводческими предприятиями республики.

Экономический ущерб при сальмонеллезе птиц складывается из падежа птицы (до 25% молодняка), значительного снижения массы тела, что особенно важно при выращивании бройлеров, затрат, связанных с вынужденным убоем птицы, проведением ограничительных мероприятий и затрат на проведение химиофилактических обработок. Отдельно следует рассматривать социальный ущерб от заболеваемости людей сальмонеллезом при потреблении продуктов птицеводства, обсемененных сальмонеллами.

На данный момент в Беларуси принята директива об обязательной вакцинации племенных стад и кур-несушек против сальмонеллеза. В этой связи усовершенствование системы контроля сальмонелла-энтеритидис инфекции птиц, т.е. разработка программы профилактики и оздоровления хозяйств от этого возбудителя, объективно обосновано.

Цель работы: определить экономическую и профилактическую эффективность вакцины инаktivированной эмульгированной для профилактики сальмонеллеза птицы.

Материалы и методы исследований. Для определения эффективности вакцины учитывали такие показатели, как сохранность птицы, среднесуточный прирост, определяли титр специфических антител. Изучение антигенной и иммуногенной активности вакцины инаktivированной эмульгированной для профилактики сальмонеллеза птиц проводили на цыплятах в виварии «Института экспериментальной ветеринарии им. С.Н. Вышесесского».

Для определения антигенной активности вакцины были сформированы опытная и контрольная группы цыплят по 10 голов. Цыплятам опытной группы вакцину вводили подкожно в объеме 0,5 см³, контрольной группы - физиологический раствор в той же дозе. До иммунизации и затем на 7, 14, 21, 28-е сутки после иммунизации отбирали пробы крови для определения титров специфических антител в РА на полистироловых планшетах. Для инаktivации сыворотки крови прогревали на

водяной бане при 56 °С в течение 30 мин и исследовали в реакции агглютинации (РА) с взвесью штаммов *Sal. enteritidis* КМИЭВ-В133, *Sal. typhimurium* КМИЭВ-В135, культивированных в течение 24 ч на МПА и смытых с питательной среды физиологическим раствором (рН 7,0-7,6). Взвесь каждого бактериального штамма с концентрацией клеток, равной 5 единицам МАКФАРЛАНДА (1,5 млрд м.т./мл) получали за 30-40 мин. до проведения исследований сывороток крови в РА. Для постановки РА в планшете для серологических реакций разводили физиологическим раствором пробы сывороток крови от цыплят в соотношении 1:2, 1:4 и т.д. до 1:1024. Затем в каждую лунку с раститрованной сывороткой вносили по 0,10 см³ рабочего разведения соответствующего антигена. В качестве контроля самоагглютинации бактериального штамма в 11-ю лунку планшеты вносили по 0,10 см³ взвеси соответствующего бактериального штамма и 0,10 см³ физиологического раствора. Для исключения флоккуляции сыворотки в 12-ю лунку вносили 0,20 см³ сыворотки крови, разведенной физиологическим раствором в соотношении 1:16 (0,100 см³ сыворотки крови в 1,6 см³ физиологического раствора). Планшет встряхивали и выдерживали в течение 16-18 ч при комнатной температуре от плюс 18 до плюс 20 °С.

Положительная реакция агглютинации выражалась просветлением жидкости в лунке, образованием в ней хлопьев или зерен (или одновременно и хлопьев и зерен), которые оседают на дно и располагаются в виде раскрытого зонтика. При отрицательной реакции, которая наблюдалась в контрольных лунках и лунках с пробами сывороток крови от невакцинированных цыплят, наблюдается равномерная муть, а образующийся на дне лунки осадок имеет вид конической кучки.

Оценку экономической эффективности проводили в условиях производства. В ходе производственного эксперимента было сформировано три группы птицы, одна опытная и две контрольные. Опытной группе вводили испытуемую вакцину, контрольным – вакцины-аналоги (в качестве базового препарата).

Экономический ущерб от падежа рассчитывали по формуле:

$$У1 = (M_d \times Ж \times Ц) - Сф,$$

где М - количество павших;

Ж - средняя живая масса одной птицы;

Ц - закупочная цена единицы живой массы, руб.;

Сф - денежная выручка от реализации продуктов (мясо).

Предотвращенный экономический ущерб, благодаря профилактике и ликвидации заразных болезней птиц в хозяйстве, рассчитывали по формуле:

$$П_y = M \times K, \times \underline{K_{пп} \times Ц - У.}$$

Полученный экономический эффект: экономический эффект рассчитывали по формуле:

$$Э = П_y - 3_k,$$

где П_y - предотвращенный экономический ущерб;

З_к - затраты на проведение вакцинации.

Экономический эффект на рубль затрат рассчитывали по формуле:

$$Э_c = Э_n : 3_n,$$

где Э_n - экономический эффект;

З_n - затраты на проведение вакцинации.

Результаты исследований. В результате проведения производственного эксперимента по изучению эпизоотической (профилактической) и сравнительной эффективности биопрепарата «Вакцина инактивированная эмульгированная для профилактики сальмонеллеза птиц» производства РУП «Институт экспериментальной ветеринарии им. С.Н. Вышелесского» были получены следующие результаты.

В течение всего периода эксперимента и наблюдения за птицей (71 день) не было отмечено осложнений, связанных с применением биопрепаратов (испытуемой вакцины и 2 базовых вакцин) у птицы в опытном и контрольных птичниках. В течение первых 3 суток во всех контрольных и опытной группах отмечалось легкое угнетение птицы (стресс от вакцинации); на месте инъекции отмечалась небольшая безболезненная припухлость, самопроизвольно исчезающая в течение нескольких дней.

Сохранность в опытном птичнике за наблюдаемый период составила 99,8%, в 1-м контрольном птичнике - 99,7% и во 2-м контрольном птичнике - 99,2%; среднесуточный прирост - 16,4 г, 16,6 г и 18,4 г соответственно (таблица 1).

Таблица 1 - Показатели эффективности вакцинации ремонтного молодняка бройлеров с целью профилактики сальмонеллеза

	Опытная группа	1-я контрольная	2-я контрольная
Заболееваемость	-	-	-
Сохранность	99,8	99,7	99,2
Среднесуточный прирост	16,4	16,6	18,4

Испытание антигенной активности экспериментальных образцов вакцины на цыплятах показало, что вакцинация вызывает наработку высокого уровня антител $14,5 \pm 0,1$ и $10,7 \pm 1,24$ ($P = 0,002$) для *Sal. typhimurium* и *Sal. enteritidis* соответственно при фоновом титре антител в опытной группе 2-3 $\log_2$. На 14-е сутки после второй вакцинации уровень антител возрос на 2-3 $\log_2$, к 50-м суткам составил для *Sal. enteritidis* $14,2 \pm 1,8 \log_2$ и *Sal. typhimurium* - $16,7 \pm 0,56 \log_2$ ($P=0,5$).

Дальнейшие исследования вакцины проводили на белых мышах массой 16-18 г. Сформировано 2 контрольные и 2 опытные группы животных по 20 голов каждой. Животных иммунизировали препаратом однократно в объеме $0,3 \text{ см}^3$ подкожно. На 14-е сутки после иммунизации половина животных из каждой группы была обескровлена для получения сыворотки крови. Остальные заражены 4 ЛД₅₀ *Sal. dublin* и *Sal. typhimurium* (по 10 голов на каждую культуру). Учет гибели вели в течение 10 суток.

Установлено, что вакцина против сальмонеллеза животных на 14-е сутки после вакцинации вызывает образование специфических антител, регистрируемых в РА, у белых мышей для *Sal. enteritidis* $8,0 \pm 1,2$ и *Sal. typhimurium* $10,0 \pm 0,8 \log_2$ ($P=0,07$), при фоновых титрах антител 1-2 $\log_2$. Также вакцина защищает лабораторных животных от заражения соответствующими штаммами, обеспечивая 75-100% выживаемость при гибели 100-75% животных контрольных групп.

В результате проведения оценки экономической эффективности испытуемого биологического препарата «Вакцина инактивированная эмульгированная для профилактики сальмонеллеза птиц» была получена достаточно высокая экономическая эффективность. Экономический эффект от применения нашего опытного образца составил 12,7 рубля на каждый рубль затрат.

Заключение. Для решения проблемы сальмонеллеза не только в птицеводческой, но и в других отраслях сельского хозяйства Беларуси необходимо регулярно совершенствовать подходы в вопросах профилактики, лечения и борьбы с данной патологией. Проведение мониторинга циркулирующих штаммов сальмонелл в различных типах хозяйств необходимо для разработки экономически и профилактически эффективных вакцин. По результатам производственных испытаний разработанный и рекомендуемый биопрепарат «Вакцина инактивированная эмульгированная для профилактики сальмонеллеза птиц» производства РУП «Институт экспериментальной ветеринарии им. С.Н. Вышелесского» показал высокий терапевтический и профилактический эффект и может быть рекомендован для применения в широкой ветеринарной практике в условиях птицеводческих хозяйств Республики Беларусь.

Conclusion. To solve the problem of salmonellosis not only in the poultry industry, but also in other sectors of agriculture in Belarus, it is necessary to regularly improve approaches to the prevention, treatment and control of this pathology. Monitoring of circulating *Salmonella* strains in various types of farms is necessary for the development of economically and prophylactically effective vaccines. According to the results of production tests, the developed and recommended biological product "Inactivated emulsified vaccine for the prevention of salmonellosis in birds" produced by RUE "Institute of Experimental Veterinary Medicine named after A.I. S.N. Vyshellessky" has shown a high therapeutic and preventive effect and can be recommended for use in a wide veterinary practice in the poultry farms of the Republic of Belarus.

Список литературы. 1. Пак, С. Г. Сальмонеллез / С. Г. Пак, М. Х. Турьянов, М. А. Пальцев. – М. : Медицина, 2010. 2. Шабанова, В. Пищевые инфекции. Дизентерия, сальмонеллез, лямблиоз, аскаридоз / В. Шабанова. – М. : Слог, 2014. – 160 с. 3. Клинические рекомендации. Сальмонеллез. 2015 год. 4. Инфекционные болезни : учебник / Е. И. Змушко [и др.]. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2015. – 748 с. 5. Инфекционные болезни и эпидемиология : учебник / В. И. Покровский [и др.]. – 4-е изд. – М. : ГЭОТАР-МЕД, 2015. – 816 с. 6. Инфекционные болезни : учебник для студентов медицинских вузов / Е. П. Шувалова [и др.]. – 8-е изд., испр. и доп. – СПб. : СпецЛит, 2016. – 783 с. 7. Инфекционные болезни : национальное руководство / под ред. Н. Д. Ющука, Ю. Я. Венгеровой. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2010. – 1056 с. 8. Слаусгальвис, В. Сальмонеллез: меры борьбы и контроль / В. Слаусгальвис // Животноводство России. – 2010. – № 2. – С. 60–61. 9. Инактивированные вакцины против сальмонеллеза птиц / Д. Смирнов [и др.] // Птицеводство. – 2011. – № 8. – С. 35–38. 10. Staroselsky, A. Проблемы и пути решения сальмонеллезной инфекции в современном птицеводстве / А. Staroselsky // Ветеринария. – 2010. – № 2. – С. 13–15. 11. Пименов, Н. В.

Совершенствование средств и методов борьбы с сальмонеллезом птиц / Н. В. Пименов // *Ветеринария и кормление*. – 2012. – № 4. – С. 32–33.

References. 1. Pak, S. G. Sal'monellez / S. G. Pak, M. H. Tur'yanov, M. A. Pal'cev. – M. : Medicina, 2010. 2. SHabanova, V. Pishchevye infekcii. Dizenteriya, sal'monellez, lyamblioz, askaridoz / V. SHabanova. – M. : Slog, 2014. – 160 c. 3. Klinicheskie rekomendacii. Sal'monellyoz. 2015 god. 4. Infekcionnye bolezni : uchebnyk / E. I. Zmushko [i dr.]. – M. : GEOTAR-Media, 2015. – 748 s. 5. Infekcionnye bolezni i epidemiologiya : uchebnyk / V. I. Pokrovskij [i dr.]. – 4-e izd. – M. : GEOTAR-MED, 2015. – 816 s. 6. Infekcionnye bolezni : uchebnyk dlya studentov medicinskih vuzov / E. P. SHuvalova [i dr.]. – 8-e izd., ispr. i dop. — SPb. : SpecLit, 2016. – 783 s. 7. Infekcionnye bolezni : nacional'noe rukovodstvo / pod red. N. D. YUshchuka, YU. YA. Vengerova. – M. : GEOTAR-Media, 2010. – 1056 s. 8. Slausgal'vis, V. Sal'monellez: mery bor'by i kontrol' / V. Slausgal'vis // *Zhivotnovodstvo Rossii*. – 2010. – № 2. – S. 60–61. 9. Inaktivirovannye vakciny protiv sal'monelleza ptic / D. Smirnov [i dr.] // *Pticevodstvo*. – 2011. – № 8. – S. 35–38. 10. Staroselsky, A. Problemy i puti resheniya sal'monelleznoj infekcii v sovremennom pticevodstve / A. Staroselsky // *Veterinariya*. – 2010. – № 2. – S. 13–15. 11. Pimenov, N. V. Sovershenstvovanie sredstv i metodov bor'by s sal'monellezom ptic / N. V. Pimenov // *Veterinariya i kormlenie*. – 2012. – № 4. – S. 32–33.

Поступила в редакцию 02.05.2023.

DOI 10.52368/2078-0109-2023-59-2-22-24

УДК 619:615.281.616.33/34.636.22/28

ВЛИЯНИЕ ЛЕЧЕБНО ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ В СУХОСТОЙНОМ ПЕРИОДЕ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ АНТИБИОТИКОТЕРАПИИ МАСТИТА У ЛАКТИРУЮЩИХ КОРОВ

Жуков М.С. ORCID ID 0000-0002-9317-7344, Галкин А.В. ORCID ID 0009-0008-1947-4552

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

Проведено сравнительное исследование влияния профилактических обработок антибиотиками на эффективность лечения мастита коров. Опыт проводился на лактирующих коровах голштинской породы 3-5 лактации с установленным диагнозом «субклинический мастит», которые были разделены на 3 группы: 1 группа (n=13) – коровы ранее не имевшие случаев мастита и которым не давали антибиотики для профилактики мастита в сухостойный период. Группа 2 (n=15) – коровы ранее не имевшие случаев мастита, которым с профилактической целью применяли инъекционно азитромицин и препарат на основе цефалопорина интерцестерально в период запуска коров, а группа 3 (n=11) – коровы ранее проходившие курсы лечения мастита (2-3 раза). Животным из группы 1 и 2 с профилактической целью применяли инъекционно азитромицин и препарат на основе цефалопорина интерцестерально в период запуска коров, а также цефалоспорины 3 поколения инъекционно в послеродовой период. Установлено, что эффективность лечения коров из группы 1 составила 84,6%, а в группе 2 и 3 была ниже на 37,9 и 48,2% соответственно. Корреляционный анализ Спирмена показал, что между наличием профилактических обработок антибиотиками и эффективностью лечения мастита имеется достоверная обратная корреляционная связь ($r = -0,40$; $p = 0,011$), указывающая на то, что профилактические обработки антибиотиками снижают последующую эффективность лечения маститов. **Ключевые слова:** коровы, мастит, профилактика, эффективность лечения.

EFFECT OF THERAPEUTIC AND PREVENTIVE MEASURES IN THE DRY PERIOD ON THE EFFICIENCY OF ANTIBIOTIC THERAPY FOR MASTITIS IN LACTATING COWS

Zhukov M.S., Galkin A.V.

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

A comparative study of the effect of preventive antibiotic treatment on the treatment efficiency of bovine mastitis was carried out. The experiment was carried out on lactating Holstein cows of 3-5 lactation with diagnosed subclinical mastitis. The cows were divided into 3 groups: Group 1 (n=13) – cows with no previous cases of mastitis and with no antibiotics given to prevent mastitis during the dry period; Group 2 (n=15) – cows with no previous cases of mastitis, which were injected azithromycin as preventive measures, and received a drug based on cefapirin intercosternally, within the drying off period; and Group 3 (n=11) – cows, that had previously undergone mastitis treatment (2-3 times). The animals from groups 1 and 2 were injected azithromycin and received a drug based on cefapirin intercosternally, within the drying off period, as well as cephalosporins of the 3rd generation injected during the postpartum period. It was found that the treatment efficacy of cows from group 1 was 84.6%, and in groups 2 and 3 was lower by 37.9 and 48.2%, respectively. Spearman's correlation analysis has shown that there is a significant inverse correlation between the presence of preventive antibiotic treatment and the efficacy of mastitis treatment ($r = -0.40$; $p = 0.011$), indicating that preventive antibiotic treatment reduces the subsequent treatment efficacy of mastitis. **Keywords:** cows, mastitis, prevention, treatment efficacy.

Введение. Мастит крупного рогатого скота является одним из основных инфекционных заболеваний молочного скота, что приводит к большим экономическим потерям из-за снижения производства молока и увеличения себестоимости продукции в молочной промышленности. Случаи заболевания могут возникать как в период лактации, так и в сухостойный период. При этом ученые отмечают, что субклинический мастит регистрируется чаще, чем клинически выраженный и проявляется во вторую фазу лактации и период сухостоя [1]. Поэтому проведение лечебно-профилактических мероприятий в период сухостоя является основным способом борьбы с маститами после отела. Для достижения этой цели делается акцент на предотвращении проникновения новых инфекций из окружающей среды и на уничтожении уже присутствующих в организме. В последнее время в мировой практике достаточно широко получила распространение антибиотикотерапия сухостойных коров, которая подразумевает «ковровое» использование антибиотиков пролонгированного действия коровам, уходящим в запуск [2, 3, 5]. Однако повышенная устойчивость к антибиотикам и опасения потребителей по поводу чрезмерного использования антибиотиков заставляют разумно и срочно разработать новые терапевтические протоколы для этого заболевания [4].

Возникновение лекарственной устойчивости является серьезной проблемой для борьбы с маститом, поскольку профили резистентности часто зависят от стада и используемых лекарственных препаратов [6]. Профессор Лери Фокс утверждает, что такое опасение возникает, когда антибиотик используется необоснованно и более того, не существует доказательства того, что именно «ковровая» терапия сухостойных коров вызывает резистентность возбудителей мастита к антибиотикам. Однако наравне с этим ожидается, что в ближайшем будущем лечение станет проблематичным из-за быстрого роста устойчивых к антибиотикам патогенов [7].

Поэтому **целью** данного исследования стало изучение влияния профилактических обработок антибиотиками на эффективность лечения мастита коров.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили на фермах по производству молока, расположенных в Воронежской области, на лактирующих коровах голштинской породы 3-5 лактации с установленным диагнозом «субклинический мастит». Животные были разделены на 3 группы: 1 группа (n=13) – коровы ранее не имевшие случаев мастита, которым для профилактики мастита в сухостойный период не применялись антибиотики; 2 группа (n=15) – коровы ранее не имевшие случаев мастита, которым с профилактической целью применяли инъекционно азитромицин и препарат на основе цефапирина интерцистернально в период запуска коров, а также активно использовались препараты цефалоспоринов 3 поколения инъекционно в послеотельный период; группа 3 (n=11) – коровы, ранее проходившие курсы лечения мастита (2-3 раза) и которым с профилактической целью применяли инъекционно азитромицин и препарат на основе цефапирина интерцистернально в период запуска коров, а также активно использовались препараты цефалоспоринов 3 поколения инъекционно в послеотельный период. Диагноз ставился посредством определения в секрете вымени количества соматических клеток путем косвенной оценки при постановке реакции с масттестом (ООО НПП «Агрофарм», Россия). Перед началом лечения у коров производился отбор образцов молока для бактериологического исследования. Всем участвующим в исследовании животным для терапии был назначен препарат «Пеникан П» («KELA N.V.», Бельгия). Препарат вводился интерцистернально в каждую пораженную долю вымени по 5 мл 3-4 раза с интервалом 24 часа. Перед лечением секрет вымени из пораженных долей сдаивали, а соски очищали и дезинфицировали 0,2% водным раствором хлоргексидина биглюконата. После введения препарата, зажав отверстие соска, проводили легкий массаж пораженной доли вымени снизу вверх для равномерного его распределения. Контроль лечебной эффективности проводили по оценке реакции секрета молочной железы с масттестом, где реакцию считали отрицательной, если смесь секрета с масттестом оставалась в виде однородной жидкости, а цвет смеси был от желтого до желто-оранжевого.

Оценку силы влияния профилактических обработок антибиотиков на последующую эффективность лечения маститов проводили с помощью определения непараметрического корреляционного анализа Спирмана. Достоверными считали значения при $p < 0,05$.

Результаты исследований. Проведенные исследования показали, что в группе 1 из 16 подверженных лечению долей у 13 наблюдалась положительная динамика, начиная со второго дня лечения. В результате через 5 дней после окончания курса терапии при контрольной оценке лечения установлено, что они не имели признаков клинического мастита, однако у 2 из 13 коров регистрировался повышенный уровень соматических клеток. Таким образом, эффективность лечения данных животных составила 84,6%. В группе 2 после проведения курса терапии не было излечено 7 долей молочной железы, в результате чего 8 коров не выздоровели, а эффективность лечения была ниже на 37,9% чем в группе 1. Аналогичным образом в группе 3 восемь долей не поддались лечению, в результате чего 7 коров остались больными. Также необходимо отметить, что в 2 долях субклинический мастит перешел в клинически выраженный и имел катаральную форму. Эффективность лечения в данном случае была ниже на 48,2%, чем у животных из группы 1.

Таблица 1 – Клиническая эффективность лечения субклинического мастита в исследуемых группах

Группа	Подвергнуто лечению		Выздоровело		Излечено	
	коров	долей	коров	%	долей	%
1	13	16	11	84,6	13	81,3
2	15	16	7	46,7	9	56,3
3	11	14	4	36,4	6	42,9

Проведя непараметрический корреляционный анализ Спирмена между наличием профилактических обработок антибиотиками и эффективностью лечения маститов, была выявлена достоверная обратная корреляционная связь ($r = -0,40$; $p = 0,011$) умеренной силы влияния по шкале Чеддока. Таким образом, это указывает на то, что профилактические обработки антибиотиками снижают последующую эффективность лечения маститов. Подтверждением этого также стали полученные бактериологические результаты образцов молока от животных из группы 2 и 3, в которых были выделены возбудители *Ent. faecalis*, *E.coli*, *Proteus vulgaris* с множественной устойчивостью к антибиотикам. Так, у выделенных бактерий выявлена устойчивость к амоксициллину, ампициллину, бензилпенициллину, гентамицину, доксициклину, линкомицину, неомицину, норфлоксацину, рифампицину, стрептомицину, тетрациклину, цефатоксиму, эритромицину, энрофлоксацину.

Заключения. Проведенные исследования показали, что профилактические обработки коров макролидами и цефалоспоридами 3 поколения снижают последующую эффективность лечения маститов в связи с развитием множественной резистентности к антибиотикам. В связи с этим следует рассмотреть вопрос о целесообразности массового использования в профилактических схемах в условиях молочных комплексов антибиотиков, а антибиотики на основе макролидов и цефалоспоринов следует использовать в качестве препаратов второго выбора при неэффективности других вариантов и при условии определения чувствительности.

Conclusion. The studies carried out have shown that preventive treatment of cows with macrolides and cephalosporins of the 3rd generation reduces the subsequent treatment efficacy of mastitis due to the development of multiple antibiotic resistance. In this regard, it is necessary to consider the expediency of the mass use of drugs from antibiotic groups in preventive schemes under conditions of dairy complexes. And antibiotics based on macrolides and cephalosporins should be used as second-choice drugs if other options are ineffective and sensitivity is determined.

Список литературы. 1. Кузьмич, Р. Г. Эффективность комплексной профилактики мастита у коров с ранним лактогенезом в молочной железе / Р. Г. Кузьмич, М. Л. Добровольская // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». – 2021. – Т. 57, № 4. – С. 28–31. 2. Назаров, М. В. Профилактическая терапия субклинического мастита у коров в период запуска и в сухостойный период / М. В. Назаров, Е. В. Попович, С. Ю. Машьянова // Сборник научных трудов Краснодарского научного центра по зоотехнии и ветеринарии. – 2022. – Т. 11, № 1. – С. 308–314. – DOI: 10.48612/sbornik-2022-1-77. 3. Пудовкин, Д. Н. Профилактика мастита у коров в сухостойный период / Д. Н. Пудовкин // Ветеринария. – 2014. – № 10. – С. 40–42. 4. Актуальные проблемы терапии и профилактики мастита у коров / С. В. Шабунин [и др.] // Ветеринария. – 2014. – № 12. – С. 3–6. 5. Effect of dry period length on the effect of an intramammary teat sealant on the risk of mastitis in cattle treated with antibiotics at drying off / R. A. Laven [et al] // N Z Vet J. – 2014. – № 62(4). – P. 214–220. – DOI: 10.1080/00480169.2013.879689. 6. Antibiotic resistance and molecular analysis of *Staphylococcus aureus* isolated from cow's milk and dairy products in northeast Brazil / V. M. Silveira-Filho [et al.] // J. Food. Prot. – 2014. – Vol. 77(4):583-91. – DOI: 10.4315/0362-028X.JFP-13-343. 7. Bacteriological etiology and treatment of mastitis in Finnish dairy herds / J. Vakkamäki [et al] // Acta Vet Scand. – 2017. – May 25;59(1):33. doi: 10.1186/s13028-017-0301-4.

References. 1. Kuzmich, R. G. Effektivnost kompleksnoi profilaktiki mastita u korov s rannim laktogenezom v molochnoi zheleze / R. G. Kuzmich, M. L. Dobrovol'skaia // Uchenye zapiski uchrezhdeniia obrazovaniia «Vitebskaia ordena «Znak Pocheta» gosudarstvennaia akademiia veterinarnoi meditsiny». – 2021. – T. 57, № 4. – S. 28–31. 2. Nazarov, M. V. Profilakticheskaia terapiia subklinicheskogo mastita u korov v period zapuska i v sukhostoinyi period / M. V. Nazarov, E. V. Popovich, S. Iu. Mashianova // Sbornik nauchnykh trudov Krasnodarskogo nauchnogo tsentra po zootekhnii i veterinarii. – 2022. – T. 11, № 1. – S. 308–314. – DOI: 10.48612/sbornik-2022-1-77. 3. Pudovkin, D. N. Profilaktika mastita u korov v sukhostoinyi period / D. N. Pudovkin // Veterinariia. – 2014. – № 10. – S. 40–42. 4. Aktualnye problemy terapii i profilaktiki ma-stita u korov / S. V. Shabunin [i dr.] // Veterinariia. – 2014. – № 12. – S. 3–6. 5. Effect of dry period length on the effect of an intramammary teat sealant on the risk of mastitis in cattle treated with antibiotics at drying off / R. A. Laven [et al] // N Z Vet J. – 2014. – № 62(4). – P. 214–220. – DOI: 10.1080/00480169.2013.879689. 6. Antibiotic resistance and molecular analysis of *Staphylococcus aureus* isolated from cow's milk and dairy products in northeast Brazil / V. M. Silveira-Filho [et al.] // J. Food. Prot. – 2014. – Vol. 77(4):583-91. – DOI: 10.4315/0362-028X.JFP-13-343. 7. Bacteriological etiology and treatment of mastitis in Finnish dairy herds / J. Vakkamäki [et al] // Acta Vet Scand. – 2017. – May 25;59(1):33. doi: 10.1186/s13028-017-0301-4.

Поступила в редакцию 27.04.2023.

DOI 10.52368/2078-0109-2023-59-2-25-30
УДК 636.5:612.3:636.084.413**МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ОРГАНОВ ПИЩЕВАРИТЕЛЬНОГО КАНАЛА У ЛЕБЕДЯ-ШИПУНА****Журов Д.О. ORCID ID 0000-0003-1438-4183**УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»,
г. Витебск, Республика Беларусь

*В работе приведены данные по гистологическому строению желудочно-кишечного тракта лебедя-шипунa (Cygnus olor). При изучении архитектоники желудка лебедя установлено, что стенка железистого и мышечного его отделов состоит из 3 оболочек – слизистой, мышечной и серозной. При этом слизистая оболочка железистого желудка толстостенная, с большой плотностью выводных протоков сложных желудочных желез на условную единицу площади. Установлено, что мышечная пластинка слизистой оболочки стенки железистого желудка фрагментирована и отдельные ее миоциты проникают между сложными железами, что способствует более эффективному выведению секрета желез. Также в составе слизистой оболочки имеется мышечный слой, что, по нашему мнению, связано с обилием выделяемой соляной кислоты. Этим же можно объяснить и наличие в данном отделе желудка хорошо развитой подслизистой основы и толстостенной мышечной оболочки. Мышечный слой слизистой оболочки и подслизистая основа имеют продолжение и в мышечном отделе желудка у лебедей. При этом кутикула мышечного отдела желудка относительно тонкая, с поверхностной исчерченностью. В тонком отделе кишечника установлено наличие на всей поверхности крипт и более плотного расположения ворсинок. Данная особенность свидетельствует о повышенной всасывающей поверхности тонкого отдела кишечника и рассматривается как компенсация его анатомического размера. Печень у лебедей по морфологии существенно не отличалась от других представителей класса Птицы. Однако у лебедей в печени не выявлялись границы классических печеночных долек, а в гепатоцитах часто визуализировалось два ядра. Таким образом, отмеченные структурные особенности пищеварительного канала лебедя-шипунa являются физиологически оправданными и связаны с трофической специализацией представленного вида птиц. **Ключевые слова:** лебеди, пищеварительный канал, органы, гистологическое исследование, морфометрия.*

MORPHOLOGICAL STATE OF ORGANS IN THE ALIMENTARY CANAL OF THE MUTE SWAN**Zhurov D.O.**

EE “Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine”, Vitebsk, Republic of Belarus

*The paper presents data on the histological structure of the gastrointestinal tract of the Mute swan (Cygnus olor). When studying the architectonics of the stomach of a swan, it was found that the wall of its glandular and muscular sections consists of 3 membranes – mucous, muscular and serous. At the same time, the mucous membrane of the glandular stomach is thick-walled, with a high density of excretory ducts of complex gastric glands per conventional unit of area. It has been established that the muscular plate of the mucous membrane of the wall of the glandular stomach is fragmented and its individual myocytes penetrate between the complex glands, which contributes to a more effective excretion of the secretion of the glands. The mucous membrane also contains a muscular layer, which, in our opinion, is associated with an abundance of secreted hydrochloric acid. This can also explain the presence in this section of the stomach of a well-developed submucosa and a thick-walled muscular membrane. The muscular layer of the mucous membrane and the submucosa are also extended to the muscular section of the stomach in swans. At the same time, the cuticle of the muscular part of the stomach is relatively thin, with superficial striation. In the small intestine, the presence of crypts on the entire surface and a denser arrangement of villi were found. This feature indicates an increased absorption surface of the small intestine and is considered as compensation for its anatomical size. The liver of the swans did not differ significantly in morphology from other representatives of the class Aves. However, in the swans, the boundaries of classical hepatic lobules were not detected in the liver, and two nuclei were often visualized in hepatocytes. Thus, the noted structural features of the digestive canal of the Mute swan are physiologically justified and are associated with the trophic specialization of the represented bird species. **Keywords:** swans, alimentary canal, organs, histological examination, morphometry.*

Введение. Морфология органов пищеварительного канала является предметом постоянного интереса и изучения, так как именно эти органы отвечают за использование корма животными и, с другой стороны, подвергаются наиболее заметным изменениям при смене рациона [1, 7]. В конечном итоге, именно органы желудочно-кишечного тракта играют главенствующую роль в ежедневном поддержании здоровья млекопитающих и птиц [5]. Как известно, данная система является одной из наиболее лабильных и показательных систем, что дает возможность по ее изменениям судить о влиянии какого-либо фактора на весь организм в целом. Именно характеристики пищеварительной системы зачастую исследуют для получения выводов о кормовых достоинствах и особенностях рационов, степени переваримости, усвояемости и влиянии на организм кормовых добавок, лекарственных препаратов, биологически активных веществ, ксенобиотиков и других веществ, применяемых в птицеводстве. В подобных опытах наблюдается, как происходят физиологические изменения в организме, в т.ч. протекание процессов пищеварения и усвоения питательных веществ [2].

Ввиду того, что многие виды диких птиц представляют опасность в эпизоотическом и эпизоо-логическом плане, являясь переносчиками многих инфекционных, в т.ч. зоонозных болезней, для биологов и ветеринарных специалистов актуально изучение эколого-трофических особенностей, миграционного и зимовочного факторов, приуроченности к определенным местообитаниям, склонности к образованию больших стай и синантропизации [9, 10, 11, 14, 15]. Вместе с тем следует уделить внимание и изучению биологии определенного вида, архитектонике их внутренних органов и тканей, их изменчивости под влиянием трофических связей и других экологических условий [3, 4]. Исходя из вышесказанного, **целью** работы явилось установление структурных показателей органов желудочно-кишечного тракта у лебедей-шипун.

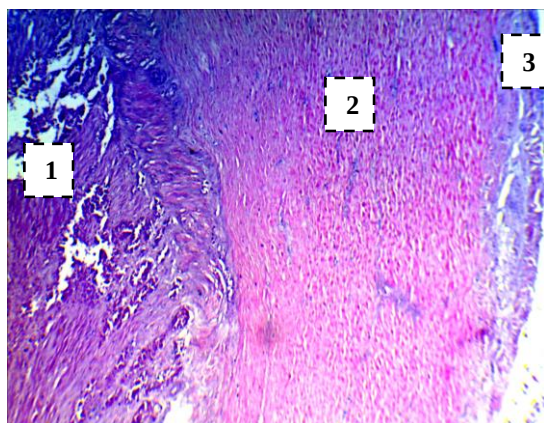
Материалы и методы исследований. Объектом исследования служили трупы неполовозрелых лебедей-шипун (n=2), доставленные в разное время в прозекторий кафедры патологической анатомии и гистологии УО ВГАВМ. Предметом исследования являлся комплекс патологоанатомических, гистологических и морфометрических показателей органов желудочно-кишечного тракта вышеуказанного вида птиц [6]. От трупов отбирали кусочки мышечного и железистого отделов желудка, кишечника, печени, которые фиксировали в 10% растворе нейтрального формалина. Из кусочков впоследствии изготавливали гистологические срезы [8]. Микроскопию проводили с помощью светового микроскопа Olympus BX51. Полученные данные документированы микрофотографированием с использованием цифровой системы считывания и ввода видеоизображения «ДСМ-510», а также программы «ScopePhoto» с соответствующими настройками для проведения морфометрического анализа. Цифровые данные были обработаны статистически с использованием программы Statistica 10.0 для оперативной системы Windows. Названия гистологических структур приводятся в соответствии с Международной ветеринарной гистологической номенклатурой [13].

Результаты исследований. При гистологическом исследовании установлено, что стенка железистого желудка у лебедей-шипун состоит из слизистой, мышечной и серозной оболочек. Эпителиальным слоем слизистой оболочки является однослойный цилиндрический железистый эпителий. Толщина слизистой оболочки железистого желудка составила $984,71 \pm 86,17$ мкм. Образование желудочного сока в железистом желудке птиц обусловлено хорошо развитым секреторным аппаратом, который представлен глубокими сложными железами, расположенными в подслизистой основе слизистой оболочки. Характерной особенностью сложных желез слизистой оболочки данного отдела желудка птиц является сложная система выводных протоков, которая включает первичные, вторичные и третичные протоки. При этом вся система выводных протоков выстлана мукоцитами. Установлено, что мышечная пластинка слизистой оболочки стенки железистого желудка фрагментирована, отдельные ее миоциты проникают между сочными железами, что, по мнению некоторых ученых [12], способствует более эффективному выведению секрета желез. Подслизистая основа данного отдела желудка птиц состоит из рыхлой соединительной ткани. Ее толщина составила $83,14 \pm 7,29$ мкм. Мышечная оболочка представлена двумя слоями гладкомышечных клеток, из которых внутренний является циркулярным, а наружный – продольным. Размер мышечной оболочки составил $1024,67 \pm 78,24$ мкм. Серозная оболочка построена из соединительной ткани и мезотелия.

Слизистая оболочка мышечного желудка выстлана однослойным призматическим железистым эпителием, впячивания эпителия в собственную пластинку слизистой оболочки образует простые трубчатые железы с оксифильным секретом. Эти железы у лебедей являются простыми неразветвленными трубчатыми. Их секреторные отделы расположены плотно и параллельно друг другу, пронизывая всю толщину собственной пластинки слизистой оболочки. Выводные протоки открываются на поверхность слизистой оболочки. Внутренняя поверхность стенки мышечного желудка покрыта кутикулой. В ее формировании принимают участие как железистые клетки поверхностного эпителия, так и секреторные клетки трубчатых желез. Кутикула исчерчена. У лебедей, как у растительноядного вида птиц, кутикула относительно тонкая. Толщина кутикулы мышечного желудка составила $167,32 \pm 61,03$ мкм. Мышечная оболочка мышечного желудка образована гладкой мышечной тканью: внутренний слой – кольцевой, внешний состоит из пучков прямоугольной и треугольной формы с косым расположением миоцитов. Толщина данной оболочки желудка составила $698,54 \pm 87,02$ мкм. Серозная оболочка имела соединительнотканый слой и мезотелий (рисунок 1).

Эпителиальный слой слизистой оболочки тонкого отдела кишечника – однослойный цилиндрический каемчатый эпителий (рисунок 2). Он состоит из бокаловидных клеток, большой диаметр которых составил $7,03 \pm 0,1$ мкм, ядра – $4,03 \pm 0,2$ мкм. Поверхность слизистой оболочки стенки тонкого отдела кишечника образуется за счет сложной архитектоники рельефа и общекишечных желез – крипт. Крипты образовались путем инвагинации поверхностного эпителия в собственную пластинку в слизистой оболочки вблизи ворсинок (рисунок 3). В стенке кишечника между криптами были обнаружены миоциты. Наличие по всей поверхности крипт и более плотное расположение ворсинок кишечника свидетельствует о повышении всасывающей поверхности

кишечника, а также о том, что процессы пищеварения и всасывания осуществляются на всей поверхности кишечника, что можно рассматривать как компенсацию укороченности последнего. Мышечная пластинка образована продольными миоцитами. Подслизистая основа слизистой оболочки выражена слабо. Размер слизистой оболочки у изучаемого вида птиц составляет $369,47 \pm 54,36$ мкм. Мышечная оболочка построена из двух слоев гладкомышечных клеток: внешними – продольными, внутренними – кольцевыми. Толщина данной оболочки у лебедей составила $69,13 \pm 9,11$ мкм. Серозная оболочка состоит из рыхлой соединительной ткани и мезотелия.



1 – слизистая оболочка; 2 – мышечная оболочка; 3 – серозная оболочка
Рисунок 1 – Мышечный отдел желудка лебедя-шипуна. Гематоксилин и эозин.
Ув.: $\times 10$

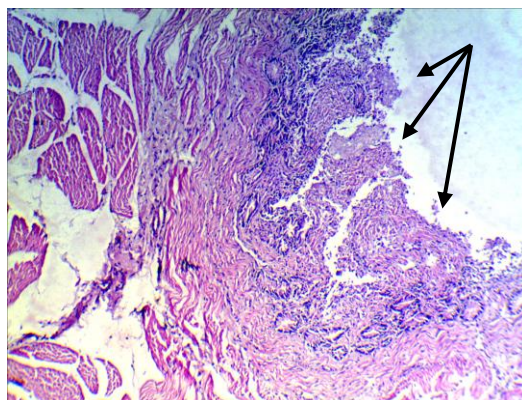
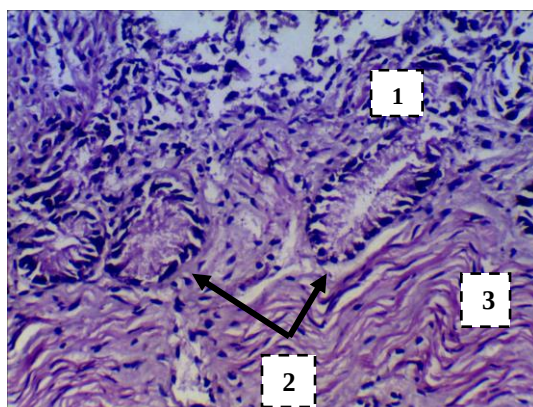


Рисунок 2 – Тонкий отдел кишечника лебедя-шипуна. Стрелками указаны ворсинки.
Гематоксилин и эозин. Ув.: $\times 10$



1 – ворсинка; 2 – крипты; 3 – мышечная оболочка
Рисунок 3 – Тонкий отдел кишечника лебедя-шипуна. Гематоксилин и эозин.
Ув.: $\times 40$

Печень у лебедя-шипуна снаружи покрыта соединительнотканной капсулой, состоящей из плотной неоформленной соединительной ткани (рисунок 4). Толщина капсулы составила $9,28 \pm 2,06$ мкм. Паренхима органа представлена печеночными дольками и системой выводных протоков. В

центре каждой дольки располагалась центральная вена, от которой радиально отходили печеночные трабекулы, сформированные гепатоцитами. Балки, анастомозируя между собой, образовали сеть. Между ними имеются щелевидные отверстия – синусоидные капилляры. Балочные структуры разделялись отчетливо. При этом границы классических печеночных долек не выявляются. Толщина трабекул составила $19,47 \pm 8,15$ мкм. Гепатоциты полиморфные, с равномерно окрашенной оксифильной цитоплазмой. Ядра гепатоцитов округло-овальной формы, располагались по центру клетки. В ядрах визуализировалось 1-2 ядрышка, что характеризует их высокую функциональную активность. Установлено, что большой размер клеток печени у лебеда составлял $11,47 \pm 5,29$ мкм, ядра – $7,51 \pm 2,3$ мкм. Плотность гепатоцитов на условную единицу площади у лебедей составляет $719,03 \pm 121,24$. При этом менее 60% от данного показателя составляют гепатоциты, имеющие два ядра.

По трабекуле между клетками проходит желчный капилляр. Помимо желчных капилляров, в печеночных балках располагаются также и кровеносные сосуды. Кровеносные и желчные капилляры отделяются не только гепатоцитами, но и эндотелиальными клетками. Между печеночными балками от периферии к центру долек располагались кровеносные капилляры в состоянии острой венозной гиперемии. Их стенка образована клетками эндотелия. Диаметр центральной вены печени составлял $94,16 \pm 21,76$ мкм.

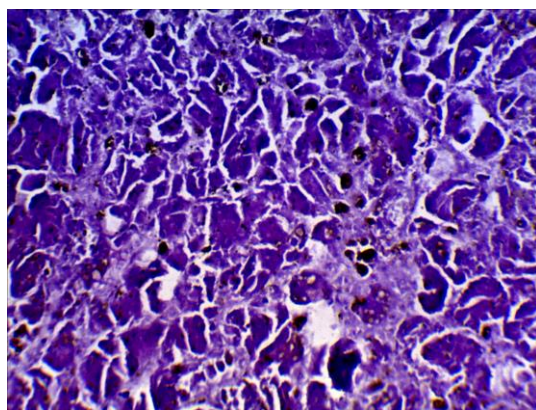


Рисунок 4 – Гистологическая структура печени лебеда-шипуна.
Гематоксилин и эозин. Ув.: $\times 40$

Заключение. Поскольку лебеди-шипуны относятся к птицам с растительноядным типом трофических связей, то данная физиологическая особенность коррелируется с гистологическими особенностями их органов пищеварения.

При изучении архитектоники желудка лебеда установлено, что стенка железистого и мышечного отделов состоит из 3 оболочек – слизистой, мышечной и серозной. При этом слизистая оболочка железистого желудка толстостенная, с большой плотностью выводных протоков сложных желудочных желез на условную единицу площади. Установлено, что мышечная пластинка слизистой оболочки стенки железистого желудка фрагментирована и отдельные ее миоциты проникают между сложными железами, что способствует более эффективному выведению секрета желез. Также в составе слизистой оболочки имеется мышечный слой, что, по нашему мнению, связано с обилием выделяемой соляной кислоты. Этим же можно объяснить и наличие в данном отделе желудка хорошо развитой подслизистой основы и толстостенной мышечной оболочки. Мышечный слой слизистой оболочки и подслизистая основа имеют продолжение и в мышечном отделе желудка у лебедей. При этом кутикула мышечного отдела желудка относительно тонкая, с поверхностной исчерченностью.

При изучении гистологического строения тонкого отдела кишечника установлено наличие по всей поверхности крипт и более плотного расположения ворсинок друг к другу. Данная особенность свидетельствует о повышенной всасывающей поверхности тонкого отдела кишечника и рассматривается как компенсация его анатомического размера.

Печень у лебедей по морфологии существенно не отличалась от других представителей класса Птицы. Однако у лебедей в печени не выявлялись границы классических печеночных долек. В гепатоцитах часто визуализировалось два ядра.

Conclusion. Since Mute swans are birds with the herbivorous type of trophic relationships, this physiological feature correlates with the histological features of their digestive organs.

When studying the architectonics of the stomach of the swan, it was found that the wall of the glandular and muscular sections of the stomach consists of 3 membranes – mucous, muscular and serous. At the same time, the mucous membrane of the glandular stomach is thick-walled, with a high density of

excretory ducts of complex gastric glands per conventional unit of area. It has been established that the muscular plate of the mucous membrane of the wall of the glandular stomach is fragmented and some of its myocytes penetrate between the complex glands, which contributes to a more effective excretion of the secretion of the glands. The mucous membrane also contains a muscular layer, which, in our opinion, is associated with an abundance of secreted hydrochloric acid. This can also explain the presence in this section of the stomach of a well-developed submucosa and a thick-walled muscular membrane. The muscular layer of the mucous membrane and the submucosa are also extended to the muscular section of the stomach in swans.

At the same time, the cuticle of the muscular part of the stomach is relatively thin, with superficial striation. When studying the histological structure of the small intestine, the presence of crypts over the entire surface and a denser arrangement of the villi to each other was established. This feature indicates an increased absorption surface of the small intestine and is considered as compensation for its anatomical size.

The liver of the swans did not differ significantly in morphology from other representatives of the class Aves. However, in swans, the boundaries of classical hepatic lobules were not detected in the liver. In hepatocytes, two nuclei were often visualized.

Список литературы. 1. Александровская, О. В. Цитология, гистология и эмбриология / О. В. Александровская, Т. Н. Радостина, Н. А. Козлов. – М. : Агропромиздат, 1987. – 447 с. 2. Беляева, Н. П. Сравнительный анализ питания и морфологических особенностей железистого и мышечного желудка отдельных видов семейства Врановые (Corvidae) / Н. П. Беляева // Вестник Адыгейского гос. ун-та. Серия 4 : Естественно-математич. и техн. науки. – 2018. – № 4(231). – С. 105–110. 3. Журов, Д. О. Анатомо-гистологическое строение почек у белого аиста (*Ciconia ciconia*) / Д. О. Журов // Ученые записки учреждения образования «Витебская государственная академия ветеринарной медицины». – 2022. – Т. 58, вып. 3. – С. 25–29. – DOI 10.52368/2078-0109-2022-58-3-25-29. 4. Морфофункциональное состояние желудочно-кишечного тракта птиц в зависимости от рациона / С. В. Савчук [и др.] // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 2. – С. 106–118. – DOI 10.34677/0021-342X-2019-2-106-118. 5. Налетова, Л. А. Анатомо-гистологическая характеристика железистого желудка кур и гусей / Л. А. Налетова // Вестник Бурятского государственного университета. Биология, география. – 2013. – № 4. – С. 186–188. 6. Отбор образцов для лабораторной диагностики бактериальных и вирусных болезней животных : уч.-метод. пособие / И. Н. Громов [и др.] ; Витебская государственная академия ветеринарной медицины. – Витебск : ВГАВМ, 2020. – 64 с. 7. Практикум по анатомии и гистологии с основами цитологии и эмбриологии сельскохозяйственных животных : учебное пособие / В. Ф. Вракин [и др.]. – 3-е изд., перераб. и доп. – СПб. : Лань, 2013. – 384 с. 8. Саркисов, Д. С. Микроскопическая техника : руководство для врачей и лаборантов / Д. С. Саркисов ; под ред. Д. С. Саркисова, Ю. Л. Петрова. – М. : Медицина, 1996. – 544 с. 9. Семак, А. Э. Возрастные изменения морфологии двенадцатиперстной кишки и железистого желудка розового скворца (*Sturnus roseus*) / А. Э. Семак, Н. П. Беляева // Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева. – 2018. – № 2(98). – С. 50–59. 10. Семак, А. Э. Морфология органов желудочно-кишечного тракта птиц в зависимости от принадлежности к трофической группе / А. Э. Семак, Н. П. Беляева // Advanced science : сб. статей Международной науч.-практ. конф. : в 3 частях, Пенза, 23 ноября 2017 года. – Пенза : "Наука и Просвещение" (ИП Гуляев Г.Ю.), 2017. – С. 37–40. 11. Сидорова, К. А. Морфологические особенности печени лебедя-кликуна и лебедя-шпуна / К. А. Сидорова, Е. П. Краснолобова, С. А. Веремеева // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2020. – № 3(83). – С. 252–254. 12. Харченко, Л. П. Закономерности морфо-функциональной организации пищеварительной системы птиц с различной трофической специализацией : анатомо-гистологическое строение органов пищеварительной системы диких птиц / Л. П. Харченко, М. Ф. Ковтун // Орнитология. – 2011. – № 36. – С. 27–38. 13. Nomina histologica veterinaria [Electronic resource]: submitted by the Intern. Comm. on Veterinary Histological Nomenclature, World Assoc. of Veterinary Anatomists // World Association of Veterinary Anatomists. – Mode of access: http://www.wava-amav.org/downloads/NHV_2017.pdf. – Date of access : 30.01.2023. 14. Pathobiology of highly pathogenic avian influenza virus (H5N1) infection in mute swans (*Cygnus olor*) / N. Pálmai [et al.] // Avian Pathology. – 2007. – Vol. 36. – No 3. – P. 245–249+1-2. – DOI 10.1080/03079450701341957. 15. The epidemiology underlying age-related avian malaria infection in a long-lived host: The mute swan *Cygnus olor* / M. J. Wood [et al.] // Journal of Avian Biology. – 2013. – Vol. 44. – No 4. – P. 347–358. – DOI 10.1111/j.1600-048X.2013.00091.x.

References. 1. Aleksandrovskaya, O. V. Citologiya, gistologiya i embriologiya / O. V. Aleksandrovskaya, T. N. Radostina, N. A. Kozlov. – M. : Agropromizdat, 1987. – 447 s. 2. Belyaeva, N. P. Sravnitel'nyy analiz pitaniya i morfologicheskikh osobennostey zhelezistogo i myshechnogo zheludka ot del'nykh vidov semeystva Vranovye (Corvidae) / N. P. Belyaeva // Vestnik Adygejskogo gos. un-ta. Seriya 4 : Estestvenno-matematich. i tekhn. nauki. – 2018. – № 4(231). – S. 105–110. 3. Zhurov, D. O. Anatomo-gistologicheskoe stroenie pochek u belogo aista (*Ciconia ciconia*) / D. O. Zhurov // Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya «Vitebskaya gosudarstvennaya akademiya veterinarnoy mediciny». – 2022. – T. 58, vyp. 3. – S. 25–29. – DOI 10.52368/2078-0109-2022-58-3-25-29. 4. Morfofunkcional'noe sostoyanie zheludochno-kishechnogo trakta ptic v zavisimosti ot raciona / S. V. Savchuk [i dr.] // Izvestiya Timiryazevskoy sel'skhozaystvennoy akademii. – 2019. – № 2. – S. 106–118. – DOI 10.34677/0021-342X-2019-2-106-118. 5. Naletova, L. A. Anatomo-gistologicheskaya harakteristika zhelezistogo zheludka kur i gusej / L. A. Naletova // Vestnik Buryatskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya, geografiya. – 2013. – № 4. – S. 186–188. 6. Otbor obrazcov dlya laboratornoj diagnostiki bakterial'nykh i virusnykh boleznej zhivotnykh : uch.-metod. posobie / I. N. Gromov

[i dr.] ; Vitebskaya gosudarstvennaya akadeiya veterinarnoj mediciny. – Vitebsk : VGAVM, 2020. – 64 s. 7. Praktikum po anatomii i gistologii s osnovami citologii i embriologii sel'skokozyajstvennyh zhivotnyh : uchebnoe posobie / V. F. Vraikin [i dr.]. – 3-e izd., pererab. i dop. – SPb. : Lan', 2013. – 384 s. 8. Sarkisov, D. S. Mikroskopicheskaya tekhnika : rukovodstvo dlya vrachej i laborantov / D. S. Sarkisov ; pod red. D. S. Sarkisova, YU. L. Petrova. – M. : Medicina, 1996. – 544 s. 9. Semak, A. E. Vozrastnye izmeneniya morfologii dvenadcatiperstnoj kishki i zhelezistogo zheludka rozovogo skvorca (*Sturnus roseus*) / A. E. Semak, N. P. Belyaeva // Vestnik CHuvashskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta im. I. YA. YAKovleva. – 2018. – № 2(98). – S. 50–59. 10. Semak, A. E. Morfologiya organov zheludочно-kishechnogo trakta ptic v zavisimosti ot prinadlezhnosti k troficheskoj grupe / A. E. Semak, N. P. Belyaeva // Advanced science : sb. statej Mezhdunarodnoj nauch.-prakt. konf. : v 3 chastyah, Penza, 23 noyabrya 2017 goda. – Penza : "Nauka i Prosveshchenie" (IP Gulyaev G.YU.), 2017. – S. 37–40. 11. Sidorova, K. A. Morfologicheskie osobennosti pecheni lebedya-klikuna i lebedya-shipuna / K. A. Sidorova, E. P. Krasnolobova, S. A. Veremeeva // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2020. – № 3(83). – S. 252–254. 12. Harchenko, L. P. Zakonomernosti morfo-funkcional'noj organizacii pishchevaritel'noj sistemy ptic s razlichnoj troficheskoj specializaciej : anatomo-gistologicheskoe stroenie organov pishchevaritel'noj sistemy dikih ptic / L. P. Harchenko, M. F. Kovtun // Ornitologiya. – 2011. – № 36. – S. 27–38. 13. Nomina histologica veterinaria [Electronic resource]: submitted by the Intern. Comm. on Veterinary Histological Nomenclature, World Assoc. of Veterinary Anatomists // World Association of Veterinary Anatomists. – Mode of access: http://www.wava-amav.org/downloads/NHV_2017.pdf. – Date of access : 30.01.2023. 14. Pathobiology of highly pathogenic avian influenza virus (H5N1) infection in mute swans (*Cygnus olor*) / N. Pálmai [et al.] // Avian Pathology. – 2007. – Vol. 36. – No 3. – P. 245–249+1-2. – DOI 10.1080/03079450701341957. 15. The epidemiology underlying age-related avian malaria infection in a long-lived host: The mute swan *Cygnus olor* / M. J. Wood [et al.] // Journal of Avian Biology. – 2013. – Vol. 44. – No 4. – P. 347–358. – DOI 10.1111/j.1600-048X.2013.00091.x.

Поступила в редакцию 14.02.2023.

DOI 10.52368/2078-0109-2023-59-2-30-37

УДК 619:579.62

ПАТОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ У ПЕРВОТЕЛОК ПРИ АССОЦИАТИВНОМ ТЕЧЕНИИ ЗАБОЛЕВАНИЯ, ВЫЗВАННОГО ГЕМОЛИТИЧЕСКИМ ШТАММОМ *E. COLI* И ГЕРПЕСВИРУСОМ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА 1-ГО ТИПА

***Миронова А.А. ORCID ID 0000-0001-5487-8394, *Миронова Л.П. ORCID ID 0000-0003-0058-335X, *Хамидуллин Т.Ш. ORCID ID 0000-0002-7787-6874, *Сидоренко Н.Г. ORCID ID 0009-0007-0284-779X, **Павленко О.Б. ORCID ID 0000-0001-9086-9241, ***Манжурина О.А. ORCID ID 0000-0003-0147-8965**

*ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет»,

п. Персиановский, Российская Федерация

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

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

Ассоциативное течение заболевания у нетелей, вызванное гемолитическим штаммом *E. coli* и герпесвирусом крупного рогатого скота 1-го типа, проявляется абортными и мертворожденностью. У всех первотелок регистрируются задержание последа, некротические метриты; 80,0 % первотелок погибают в течение месяца после аборта или рождения мертвого плода. При вскрытии трупов погибших животных установлены следующие патологоанатомические изменения, свидетельствующие о септическом течении инфекции: некротический метрит, геморрагический диатез; атрофия миокарда правого желудочка, острый альтеративный миокардит; катарально-геморрагический холецистит; альтеративный гепатит; фибринозный перигепатит; острая катаральная бронхопневмония; геморрагический лимфаденит; серозно-фибринозный слипчивый перитонит; катарально-геморрагический энтероколит; некротический спленит, фибринозный периспленит; геморрагически-некротический нефрит. **Ключевые слова:** ассоциативные болезни, гемолитический штамм *E. coli*, герпесвирус крупного рогатого скота 1-го типа, аборты, мертворождаемость.

PATHOMORPHOLOGICAL CHANGES IN FIRST-CALF HEIFERS IN CASE OF ASSOCIATIVE COURSE OF THE DISEASE CAUSED BY HEMOLYTIC STRAIN OF *E. COLI* AND BOVINE HERPES VIRUS 1

***Mironova A.A., *Mironova L.P., *Khamidullin, T.Sh., *Sidorenko N.G., **Pavlenko O.B., ***Manzhurina O.A.**

*FSBEI HE "Don State Agrarian University", Persianovskiy settlement, Russian Federation

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

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

*The associative course of the disease in heifers, caused by the hemolytic strain of E. coli and bovine herpes virus 1, is manifested by abortion and stillbirth. In all first-calf heifers, the retained placenta and necrotic metritis are recorded; 80.0% of the first-calf heifers die within a month after an abortion or a still-born fetus. At necropsy, the following pathoanatomical changes were detected, indicating a septic course of infection: necrotic metritis, hemorrhagic diathesis; right ventricular myocardial atrophy, acute alterative myocarditis; catarrhal-hemorrhagic cholecystitis; alterative hepatitis; fibrinous perihepatitis; acute catarrhal bronchopneumonia; hemorrhagic lymphadenitis; serous-fibrinous adhesive peritonitis; catarrhal-hemorrhagic enterocolitis; necrotic splenitis, fibrinous perisplenitis; hemorrhagic-necrotic nephritis. **Keywords:** associative diseases, hemolytic E. coli strain, bovine herpes virus 1, abortion, stillbirth.*

Введение. При современном уровне ведения животноводства на передний план вышла проблема ассоциативных или смешанных инфекций, которые в настоящее время составляют солидную часть среди болезней инфекционной природы. Смешанные инфекции — явление постоянное и установление другого заболевания следует рассматривать как естественную ассоциацию с предшествующим паразитоносительством с учетом возможного его обострения [6, 8].

Важнейшей экономической и ветеринарной проблемой скотоводства Ростовской области являются смешанные бактериально-вирусные инфекции крупного рогатого скота, характеризующиеся повсеместным распространением, высокой заболеваемостью, потерей продуктивности и значительным отходом животных, что существенно сдерживает дальнейшее развитие скотоводства. Имея большие экономические преимущества, технология крупных молочных и откормочных хозяйств в ветеринарном отношении в ряде случаев отработана слабо и не всегда обеспечивает устойчивое эпизоотическое благополучие. Смешанные болезни широко распространены в нозологической структуре заболеваний среди крупного рогатого скота в ряде хозяйств Ростовской области [3, 4, 7].

Актуальность. С появлением благоприятных условий для многочисленных пассажей при высокой концентрации поголовья, зачастую несоблюдением владельцами скота элементарных санитарно-гигиенических норм и правил, значительно изменяется микробный фон эксплуатируемых помещений, а вместе с ним и микробная обсемененность слизистых оболочек открытых полостей животных. Спектр патогенных микроорганизмов может включать различные вирусы, бактерии, микоплазмы и хламидии, различные их сочетания приводят к ассоциативному взаимодействию и появлению смешанных инфекций. Нередко в комплексной патологии крупного рогатого скота основную роль играет условно-патогенная (факторная) микрофлора, в частности, эшерихии [1, 8]. Герпесвирус-1 крупного рогатого скота (BHV-1) классифицируется как альфагерпесвирус и является одним из основных патогенов крупного рогатого скота с широким распространением в скотоводческих хозяйствах. Одним из наиболее характерных свойств герпесвирусов является их способность оставаться в латентном состоянии в хозяине на протяжении всей его жизни, в котором они размножаются, вызывая иммунодефицитные состояния, аналогичные вирусу ВИЧ у человека.

Целью проведения исследований являлось изучение патоморфологических изменений у первотелок при ассоциативном течении заболевания, вызванного герпесвирусом крупного рогатого скота 1-го типа и гемолитическим штаммом *E. coli*.

Материалы и методы исследований. Во многих хозяйствах Ростовской области у первотелок были отмечены задержание последа, некротические метриты, при этом 60-80,0% первотелок погибали в течение в первого месяца после аборта или рождения мертвого плода. Мы проводили патологоанатомическое вскрытие павших первотелок. Несмотря на то, что материал был из разных хозяйств и даже районов Ростовской области, патологоанатомическая картина была идентичной. Во всех случаях материал отправляли в лабораторию для бактериологического и молекулярно-генетического исследований с целью установления этиологических факторов воспалительных заболеваний репродуктивных органов [2, 5].

Результаты исследований. Патологоанатомические изменения при вскрытии павших первотелок, абортировавших со сроком плодношения 7 месяцев и родивших доношенных мертвых телят, описаны ниже и показаны на рисунках 1-11.

Повсеместно на серозных покровах, слизистых оболочках и внутренних органах отмечались множественные разной формы и размера, четко ограниченные участки темно-красного цвета-кровоизлияния. Особенно много кровоизлияний разной формы и размера было отмечено на слизистых, серозных оболочках, паренхиматозных органах – геморрагический диатез.

Миокард был пестрый из-за сочетания участков красно-коричневого и серо-белого цвета, с множеством точечных и пятнистых кровоизлияний под эпикардом, особенно в области сердечных ушек и вдоль продольной борозды, под серозной оболочкой аорты и легочной артерии. Толщина правого и левого желудочков имели соотношение 1:1 (при норме 1:3), что характерно для атрофии миокарда правого желудочка, острого альтеративного миокардита. Под эндокардом повсеместно, в том числе и в области клапанов, отмечены кровоизлияния (рисунки 1, 2, 3).



Рисунок 1 - Макрофото. Кровоизлияния в миокарде, преимущественно вдоль продольной борозды



Рисунок 2 - Макрофото. Гиперемия и кровоизлияния в области сердечных ушек

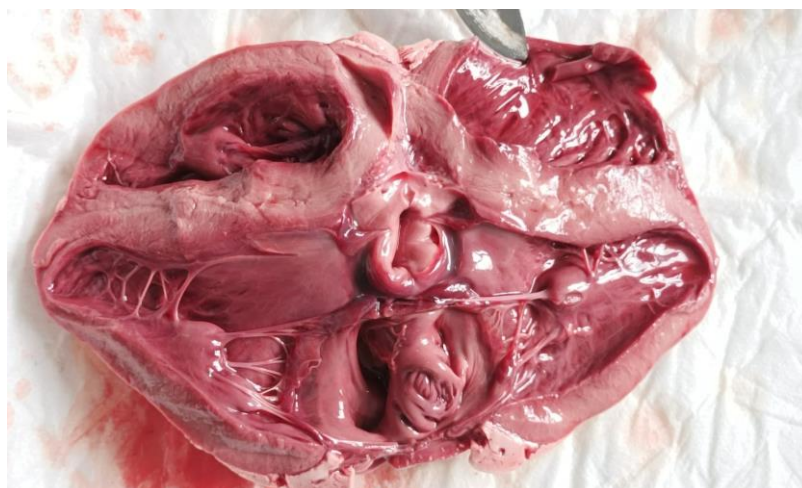


Рисунок 3 - Макрофото. Кровизлияния под эндокардом. Истончение стенки правого желудочка (атрофия)

Печень при осмотре была увеличена в размерах, резиноподобной консистенции, рвущаяся, с поверхности и на разрезе неравномерно окрашена, пестрая: на красно-коричневом фоне множество серо-белых и серо-желтоватых участков без четких границ (участки коагуляционного некроза и жировой дистрофии) – признаки альтеративного гепатита. На поверхности печени находились рыхлые, крошковатые наложения, легко снимающиеся – фибринозный (крупозный) перигепатит. Капсула органа после снятия наложений мутная, шероховатая. Желчный пузырь переполнен желчью жидко-слизистой консистенции, желто-коричневого цвета. С поверхности покрыт такими же крошковатыми массами, что и печень, после снятия которых видны сильно инъецированные сосуды. Слизистая оболочка стенки желчного пузыря утолщена, набухшая с гиперемизированными сосудами и кровоизлияниями - острый катаральный холецистит (рисунок 4).



**Рисунок 4 - Макрофото. Холецистит.
Альтеративный гепатит и фибринозный перигепатит**



**Рисунок 5 - Макрофото. Слизистая оболочка желчного пузыря.
Катарально-геморрагический холецистит**

Слизистая оболочка желчного пузыря была набухшая, со множеством кровоизлияний, обильно покрыта слизистым экссудатом желтовато-красноватого цвета (рисунок 5).



Рисунок 6 - Макрофото. Острая катаральная бронхопневмония

Легкие с поверхности и на разрезе имели неравномерное окрашивание, отмечено сочетание участков темно-красного и серовато-розового цвета, мягкой консистенции, влажные на разрезе, в темно-красных участках поверхность разреза была слизистая; кусочки, вырезанные из таких участков, находились в воде в полупогруженном состоянии – признак острой катаральной бронхопневмонии (рисунок 6).



**Рисунок 7 - Макрофото. Мезентериальные лимфатические узлы.
Геморрагический лимфаденит**

Мезентериальные лимфатические узлы с поверхности были темно-красные, увеличены; на разрезе имели неравномерную мраморную окраску в результате сочетания серо-белого и темно-красного цвета, поверхность разреза выбухала - геморрагический лимфаденит (рисунок 7).



Рисунок 8 - Макрофото. Тонкий отдел кишечника первотелки с поверхности: гиперемия, кровоизлияния, фибриновые массы на брюшине, серозных оболочках печени и кишечника

В брюшной полости отмечалось большое количество серозно-фибринозного экссудата. Висцеральные и париетальные листки брюшины и все внутренние органы брюшной и тазовой полостей покрывал фибрин. Фибриновые пленки покрывали листки брюшины. Петли кишечника с трудом отделялись друг от друга, «срастаясь» между собой – серозно-фибринозный слипчивый перитонит.

Кишечник обычно был вздут, со стороны серозной оболочки отмечались гиперемия, кровоизлияния. Содержимое кишечника слизистой консистенции было красного цвета. Слизистая оболочка темно-красного цвета с множеством точечных, пятнистых и полосчатых кровоизлияний – катарально-геморрагический энтероколит (рисунок 8).



Рисунок 9 - Макрофото. Геморрагически-некротический спленит, крупозный периспленит

Селезенка была дряблая, капсула сморщенная, с точечными и пятнистыми кровоизлияниями, соскоб с поверхности разреза обильный – геморрагически-некротический спленит. Капсула покрывалась легко снимающимися рыхлыми наложениями фибрина серо-белого цвета – крупозный периспленит (рисунок 9).



Рисунок 10 - Макрофото. Почка на разрезе. Геморрагически-некротический нефрит

Почки были темно-красного цвета, дряблые на ощупь, граница между корковым и мозговым слоями сглажена, капсула при разрезе легко снималась – признаки геморрагического-некротического нефрита (рисунок 10).



Рисунок 11 - Макрофото. Матка на разрезе. Некротический метрит

Матка в 8-10 раз увеличена в размерах в сравнении с физиологическим состоянием, в котором она должна быть спустя месяц после отела. Слизистая оболочка рыхлая, серо-зеленоватого цвета, легко отслаивается от подслизистого слоя – признаки некротического метрита (рисунок 11).

Заключение. Ассоциативное течение заболевания у первотелок, вызванное герпесвирусом крупного рогатого скота 1-го типа и осложненное гемолитическими штаммами *E. coli*, проявляется абортами и мертворождаемостью. У первотелок регистрируются задержание последа, некротические метриты; до 80,0% первотелок погибают в течение месяца после аборта или рождения мертвого плода. При вскрытии трупов погибших животных установлены следующие патологоанатомические изменения: некротический метрит, геморрагический диатез; атрофия миокарда правого желудочка, острый альтеративный миокардит; катарально-геморрагический холецистит; альтеративный гепатит; фибринозный перигепатит; острая катаральная бронхопневмония; геморрагический лимфаденит; серозно-фибринозный слипчивый перитонит; катарально-геморрагический энтероколит; некротический спленит, фибринозный периспленит; геморрагически-некротический нефрит.

Отмеченные патологоанатомические изменения свидетельствуют о септическом характере заболевания, при котором герпесвирус крупного рогатого скота 1-го типа вызывает иммуносупрессию у животных и поражает эпителий слизистой матки, «открывает ворота» для бактериальной инфекции - колибактериозу.

Описанная патология, обусловленная диагностированной ассоциацией герпесвируса и эшерихий, наиболее часто встречается в стационарно неблагополучных по этим заболеваниям хозяйствах, где используются реконструированные помещения и отмечаются нарушения при организации санитарной защиты ферм.

Учитывая факторный характер инфекции, обусловленной выявленными возбудителями, в неблагополучных хозяйствах к разрешению проблемы необходимо подходить системно, строго выполняя ветеринарно-санитарные и зооигиенические мероприятия, направленные на поддержание общей резистентности животных.

Conclusion. The associative course of the disease in first-calf heifers, caused by the bovine herpes virus 1 and complicated by hemolytic strains of *E. coli*, is manifested by abortions and stillbirth. In first-calf heifers, the retained placenta and necrotic metritis are recorded; up to 80.0% of first-calf heifers die within a month after an abortion or a still-born fetus. At necropsy, the following pathological changes were established: necrotic metritis, hemorrhagic diathesis; right ventricular myocardial atrophy, acute alterative myocarditis; catarrhal-hemorrhagic cholecystitis; alterative hepatitis; fibrinous perihepatitis; acute catarrhal bronchopneumonia; hemorrhagic lymphadenitis; serous-fibrinous adhesive peritonitis; catarrhal hemorrhagic enterocolitis; necrotic splenitis, fibrinous perisplenitis; hemorrhagic-necrotic nephritis.

The noted pathological and anatomical changes indicate the septic nature of the disease, where the bovine herpes virus 1 causes immunosuppression in animals and affects the epithelium of the uterine mucosa, "opens the gate" for bacterial infection – colibacteriosis.

The described pathology, caused by the diagnosed associations of herpes virus and *Escherichia*, is most often found on farms not free from these diseases, where reconstructed premises are used, and violations are noted in the organization of sanitary protection of farms.

Considering the factorial nature of the infection caused by the identified pathogens, at farms that are not disease-free, it is necessary to approach the solution of the problem systematically, strictly performing veterinary-sanitary and zoohygienic measures aimed to support the general resistance in the animal body.

Список литературы. 1. Джупина, С. И. Эпизоотический процесс и его контроль при факторных инфекционных болезнях / С. И. Джупина ; Российский Университет Дружбы Народов. - Москва, 2002. - 70 с. 2. Методические указания по бактериологической диагностике колибактериоза (эшерихиоза) животных. - М., 2000. 3. Миронова, А. А. Патоморфологические изменения при ассоциативном течении инфекционного ринотрахеита-пустулезного вульвовагинита и колибактериоза у нетелей / А. А. Миронова [и др.] // Ветеринария Кубани. - 2022. - № 5. - С. 13-16. 4. Миронова, А.А. Патоморфологические изменения при внутриутробном колибактериозе у телят / А. А. Миронова [и др.] // Ветеринарный фармакологический вестник. - 2021. - № 4 (17). - С.105-115. 5. Справочник по бактериологическим методам исследований в ветеринарии / сост. А. Э. Высоцкий, З. Н. Барановская. - Минск : Белтаможсервис, 2008. - 824 с. 5. Сюрин, В. Н. Вирусные болезни животных / В. Н.Сюрин. - М. : ВНИТИБП, 1998. - 601 с. 6. Хамидуллин, Т. Ш. Кликоморфологические признаки при ассоциативном течении инфекционного ринотрахеита-пустулезного вульвовагинита (ИРТ-ПВВ) и колибактериоза у нетелей / Т. Ш. Хамидуллин [и др.] // Актуальные вопросы развития отраслей сельского хозяйства: теория и практика : материалы IV Всероссийской конференции молодых ученых АПК. - п. Рассвет, 2022. - С.170-174. 7. Эпизоотология с микробиологией [Электронный ресурс]: учебник / А.С. Алиев [и др.]; под ред. В.А. Кузьмина, А.В. Святковского. - СПб. : Лань, 2017. - 432 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/90154>.

References. 1. Dzhupina, S. I. Epizooticheskiy protsess i ego kontrol pri faktornykh infektsionnykh boleznyakh / S. I. Dzhupina ; Rossiiskii Universitet Druzhby Narodov. - Moskva, 2002. - 70 s. 2. Metodicheskie ukazaniya po bakteriologicheskoi diagnostike kolibakterioza (esherikhioza) zhivotnykh. - M., 2000. 3. Mironova, A. A. Patomorfologicheskie izmeneniya pri assotsiativnom techenii infektsionnogo rinotrakheita-pustuleznogo vulvovagenita i kolibakterioza k netelei / A. A. Mironova [i dr.] // Veterinariya Kubani. - 2022. - № 5. - S. 13-16. 4. Mironova, A.A. Patomorfologicheskie izmeneniya pri vnutritrobnom kolibakterioze u telyat / A. A. Mironova [i dr.] // Veterinarnyi farmakologicheskii vestnik. - 2021. - № 4 (17). - S.105-115. 5. Spravochnik po bakteriologicheskim metodam issledovaniy v veterinarii / sost. A. E. Vysotskii, Z. N. Baranovskaya. - Minsk : Beltamozhservis, 2008. - 824 s. 5. Syurin, V. N. Virusnye bolezni zhivotnykh / V. N.Syurin. - M. : VNITIBP, 1998. - 601 s. 6. Khamidullin, T. Sh. Klinikomorfologicheskie priznaki pri assotsiativnom techenii infektsionnogo rinotrakheita-pustuleznogo vulvovagenita (IRT-PVV) i kolibakterioza u netelei / T. Sh. Khamidullin [i dr.] // Aktualnye voprosy razvitiya otraslei selskogo khozyaistva: teoriya i praktika : materialy IV Vserossiiskoi konferentsii molodykh uchenykh APK. - p. Rassvet, 2022. - S.170-174. 7. Epizootologiya s mikrobiologiei [Elektronnyi resurs]: uchebnik / A.S. Aliev [i dr.]; pod red. V.A. Kuzmina, A.V. Svyatkovskogo. - SPb. : Lan, 2017. - 432 s. - Rezhim dostupa: <https://e.lanbook.com/book/90154>.

Поступила в редакцию 27.04.2023.

СЕЗОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПРУДОВОЙ ВОДЕ РЫБОВОДЧЕСКОГО ХОЗЯЙСТВА ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

Михайлов Е.В. ORCID ID 000-0001-54-57-1325, Дроzhжин О.С. ORCID ID 0000-0002-0354-8149,
Шипилов В.В. ORCID ID 0000-0003-0730-3680, Иванова Н.Н. ORCID ID 0000-0003-2204-5309

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

Защита рыбохозяйственных водоемов от загрязнения токсикантами является одной из актуальных проблем развития рыбного хозяйства. В статье представлены результаты изучения динамики содержания тяжелых металлов в прудовой воде рыбоводческого хозяйства Воронежской области. Установлено достоверное снижение концентрации железа, меди, цинка и марганца в весенне-летний период по сравнению с осенне-зимним.

*Наиболее резкие изменения концентрации характерны для меди и цинка. Показано, что содержание тяжелых металлов в прудовой воде превышало предельно допустимые концентрации для водных объектов рыбохозяйственного значения в течение года, наименьшее превышение отмечалось в весенний и летний периоды. Полученные данные свидетельствуют о необходимости регулярного мониторинга и поддержания требуемого уровня содержания тяжелых металлов в водных объектах для обеспечения нормального физиологического состояния гидробионтов. **Ключевые слова:** тяжелые металлы, прудовая вода, железо, медь, цинк, марганец, сезон года.*

SEASONAL CHANGES IN THE CONTENT OF HEAVY METALS IN THE POND WATER OF FISH FARM IN VORONEZH REGION

Mikhaylov E.V., Drozhzhin O.S., Shipilov V.V., Ivanova N.N.

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

The protection of fishery waters from pollution caused by toxicants is one of the urgent problems in the development of fisheries. The article presents the results of studying the dynamics of the content of heavy metals in the pond water of a fish farm in the Voronezh region. A significant decrease in the concentration of iron, copper, zinc, and manganese in the spring-summer period compared with the autumn-winter period was established.

*The most dramatic changes in the concentration are typical of copper and zinc. It was shown that the content of heavy metals in pond water exceeded the maximum permissible concentrations for fishery water bodies throughout the year, the smallest exceedance was noted in the spring and summer periods. The data obtained indicate the need for regular monitoring and maintenance of the required level of heavy metals in water bodies to ensure the normal physiological state of hydrobionts. **Keywords:** heavy metals, pond water, iron, copper, zinc, manganese, season.*

Введение. Загрязнение водных экосистем является одной из актуальных проблем охраны окружающей среды. Среди поллютантов, тяжелые металлы являются одними из наиболее значимых в современной водной токсикологии, что объясняется их особенностями: стабильностью, токсичностью, миграцией по звеньям экосистемы [1, 2].

Источники загрязнения окружающей среды, в том числе и водной экосистемы, тяжелыми металлами можно поделить на естественные и техногенные. В первом случае токсиканты поступают в водоемы из-за водной и ветровой эрозии. Во втором - попадают в окружающую среду из-за активной деятельности человека: при сжигании топлива для получения энергии, работе промышленных и сельскохозяйственных предприятий и т. п. [3, 4]. Воздействие антропогенных факторов может приводить к нарушению равновесного состояния экосистемы с факторами внешней среды, изменяя сложную систему подвижных биологических связей [5].

Донные отложения, являясь одним из важных факторов, определяющих состояние водных объектов и влияющих на качество воды, при изменении динамического равновесия могут поставлять аккумулярованные ранее тяжелые металлы и продукты их трансформации обратно в воду, создавая опасность вторичного загрязнения [6, 7].

Влияние данных факторов отражается на видовом составе водных объектов и соотношении их численности. Полноценное и оптимальное использование биологических ресурсов, в том числе и рыбных, в условиях изменения естественных и антропогенных факторов, невозможно без изучения качества водных объектов [8].

Цель: изучить сезонные изменения содержания тяжелых металлов в прудовой воде рыбоводческого хозяйства.

Материалы и методы исследований. Исследования проведены в рыбоводческом хозяйстве Воронежской области. Пробы воды отбирали в соответствии с общими требованиями, не допуская загрязнения проб элементами [9]. Пробы консервировали подкислением до pH<2.

Содержание железа, меди, цинка и марганца определяли атомно-абсорбционным методом на спектрофотометре Shimadzu AA - 6300. Статистическую обработку полученных данных проводили с использованием программы Statistica v6.1.

Результаты исследований. Результаты исследования содержания тяжелых металлов в прудовой воде в разные сезоны года представлены в таблице. Анализ полученных данных показал, что распределение железа, меди, цинка и марганца в исследуемой воде различалось в разные периоды года.

Так, концентрация железа в весенние месяцы достоверно снижалась в 2,3 раза относительно зимних. Уровень его содержания летом не изменялся по сравнению с весной, а в осенний период наблюдалось достоверное повышение содержания железа на 70,0% по сравнению с летом, и к зиме оно увеличилось на 35,3% относительно осени.

Таблица – Содержание тяжелых металлов в прудовой воде

Показатель	Сезон года			
	Зима	Весна	Лето	Осень
Железо, мг/л	0,46±0,037	0,20±0,005***	0,20±0,004	0,34±0,045**
Марганец, мг/л	0,16±0,017	0,07±0,005***	0,07±0,006	0,10±0,002***
Медь, мг/л	0,022±0,0025	0,005±0,0003***	0,009±0,0010***	0,014±0,0025*
Цинк, мг/л	0,14±0,033	0,008±0,0007***	0,019±0,0049*	0,10±0,015***

Примечания: * - $P < 0,05$; ** - $P < 0,01$; *** - $P < 0,001$ (относительно предыдущего сезона).

Железо является биогенным элементом, и недостаток его в воде может оказывать тормозящее действие на развитие водных организмов, а избыток – токсическое. Так, содержание железа выше 2 мг/л оказывает негативное влияние на состояние рыбы, причем, иногда косвенное, приводя к отложению гидроокиси железа на жаберных лепестках, что приводит к удушью, а затем гибели. Содержание большого количества закисного железа в зимний период может приводить к снижению уровня кислорода в воде, который расходуется на его окисление (0,4 мг O_2 на 1 мг железа) [8].

Концентрация марганца в воде весной была в 2,3 раза ниже, чем зимой ($P < 0,01$). Летом его содержание не претерпевало изменений, осенью и зимой оно повышалось на 42,9% и 60,0% относительно соответствующего предыдущего периода.

Марганец и железо во многом близки по своим свойствам, что обуславливает сходство их динамики во внутреннем круговороте в водоемах. Поступая в водоемы в виде восстановленных, хорошо растворимых гидрокарбонатов и сульфатов, марганец в естественных водах с пониженным окислительно-восстановительным потенциалом может достигать высоких концентраций. При этом он более устойчив к окислению кислородом, чем железо, что обеспечивает ему большую геохимическую подвижность [4].

Исследование проб воды на содержание меди и цинка показало, что концентрация этих элементов изменялась в аналогичной динамике. Так, уровень меди весной был в 4,4 раза ниже, чем зимой. Летом происходило повышение ее концентрации на 80% относительно весны, а осенью – на 55,6% по сравнению с летом. Зимой содержание меди увеличилось на 57,1% и достигло максимального значения. Уровень цинка в воде весной был в 17,5 раза ниже, чем в зимний период. Летом было отмечено повышение его концентрации в 2,4 раза по сравнению с весной. Содержание цинка осенью увеличилось в 5,3 раза и зимой – на 40,0% и находилось на максимальном уровне.

Медь и цинк являются микроэлементами, необходимыми для обеспечения нормального функционирования живых организмов, однако избыточное поступление их в организм может оказывать негативное влияние, вплоть до токсического. Токсичность данных элементов зависит от того, в какой форме они находятся. Так, присутствие в воде органических хелатов значительно снижает токсичность тяжелых металлов. [8].

При этом содержание токсикантов превышало ПДК для водных объектов рыбохозяйственного значения в прудовой воде для железа (0,1 мг/л) в 2-4,6 раза, марганца (0,01 мг/л) – в 7-16 и меди (0,001 мг/л) – в 5-22 раза в разные сезоны года. Концентрация цинка также была выше в 1,9-14 раз ПДК (0,01 мг/л), но в весенние месяцы она находилась в пределах нормы [10].

Повышение концентрации всех исследованных элементов выявлено в зимний и осенний периоды и снижение – в весенний и летний сезоны, наиболее резкие колебания отмечены в содержании меди и цинка (рисунки).

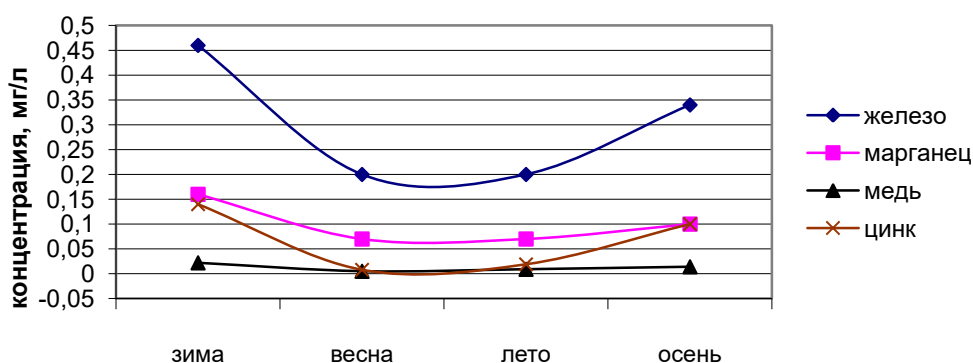


Рисунок – Динамика содержания тяжелых металлов в прудовой воде

Поступление тяжелых металлов в водоем с водосборной площади происходит преимущественно в виде растворов, частично – взвесей, затем они окисляются и осаждаются на дно. В зимний период, под влиянием физико-химических (концентрация кислорода, pH и др.) и микробиологических процессов, аккумулярованные ранее тяжелые металлы могут поступать из донных отложений в воду в восстановленной форме, что может вызывать вторичное загрязнение [7, 11]. Являясь биогенами, эти элементы входят в состав тканей водных организмов, но их недостаток или избыток в окружающей водной среде оказывает отрицательное влияние на обитателей водоема [8].

Полученные результаты свидетельствуют о необходимости регулярного мониторинга содержания тяжелых металлов в прудовой воде и при необходимости проводить мероприятия по снижению загрязнения ими водной среды. В частности, не допускать образования в водоеме анаэробных зон, в которых происходит восстановление и переход металлов в растворимую форму. При несоответствии норме осуществлять специальную подготовку – аэрирование, отстаивание и даже фильтрацию воды источника, а также осаждение взвесей в пруду.

Заключение. Проведенными исследованиями установлено, что содержание тяжелых металлов в воде не является постоянным показателем и изменяется в зависимости от сезона года, увеличиваясь в осенне-зимний период и снижаясь в весенне-летний сезон.

Наиболее выраженные колебания концентрации были отмечены для меди и цинка. Уровень содержания меди зимой был в 4,4 раза выше, чем весной, а концентрация цинка зимой была в 17,5 раз выше, чем весной и в 5,3 раз выше осенью, по сравнению с летом.

Установлено, что содержание тяжелых металлов в прудовой воде превышало предельно допустимые концентрации для водных объектов рыбохозяйственного значения в течение года, наименьшее превышение отмечалось в весенний и летний периоды, а концентрация цинка весной была в пределах нормы.

Железо, марганец, медь и цинк, являясь важными биогенными микроэлементами, необходимы для нормального роста и развития биоценоза водоема, однако повышенные их концентрации в водоеме могут оказывать как прямое, так и опосредованное негативное влияние на водные организмы.

Conclusion. The conducted studies have established that the content of heavy metals in water is not a constant indicator and varies depending on a season, increasing in the autumn-winter period and decreasing in the spring-summer season.

The most pronounced concentration fluctuations were noted for copper and zinc. The level of copper in winter was by 4.4 times higher than in spring, and the concentration of zinc in winter was by 17.5 times higher than in spring and by 5.3 times higher in autumn than in summer.

It was found that the content of heavy metals in pond water exceeded the maximum permissible concentrations for the fishery water bodies during the year, the smallest exceedance was noted in the spring and summer periods, and the concentration of zinc in spring was within the normal range.

Iron, manganese, copper, and zinc, being important biogenic microelements, are necessary for the normal growth and development of the biocenosis of a water body, however, their increased concentrations in a water body can have both direct and indirect negative effects on aquatic organisms.

Список литературы. 1. Гребцов, М. Р. Экологотоксикологическая оценка аэрогенного пути загрязнения поверхностных вод / М. Р. Гребцов, А. А. Стекольников // *Международный вестник ветеринарии*. – 2013. – №1. – С. 47-51. 2. Будников, Г. К. Тяжелые металлы в экологическом мониторинге водных систем / Г. К. Будников // *Соросовский образовательный журнал*. – 1998. – № 5. – С. 23–29. 3. Смирнова, А. Я. К вопросу исследования экологии гидросферы в зоне Воронежского водохранилища / А. Я. Смирнова, М. Н. Бугреева // *Экология и охрана природы г. Воронежа*. – Воронеж, 1990. – С. 24–26. 4. Биогенная миграция железа и мар-

ганца в поверхностных и грунтовых водах водозаборных зон г. Воронежа / Г. А. Дубинина [и др.] // *Состояние и проблемы экосистем Среднего Подонья : сб. науч. трудов. – Воронеж, 1998. – Вып. 10. – С. 113–122.* 5. Дрожжин, О. С. Содержание экотоксикантов в почве, воде и кормах в хозяйствах с различной техногенной нагрузкой / О. С. Дрожжин, Н. Н. Иванова, Г. И. Трфимова // *Ветеринарный фармакологический вестник. – 2018. – №4(5). – С. 66–69.* 6. Савенко, А. В. О взаимосвязи внутриводоемных циклов фосфора и железа / А. В. Савенко // *Водные ресурсы. – 1998. – Т. 25, N 3. – С. 330–336.* 7. Смирнова, А. Я. Влияние донных отложений Воронежского водохранилища на экологическое состояние подземных и поверхностных вод / А. Я. Смирнова, М. Н. Бугреева, М. В. Кучеренко // *Комплексное изучение, использование и охрана Воронежского водохранилища : тезисы докладов научно-практической конференции. – Воронеж, 1996. – С. 66–68.* 8. Волкова, И. В. Оценка качества воды водоемов рыбохозяйственного назначения : учебное пособие для ВУЗов / И. В. Волкова, Т. С. Ершова, С. В. Шипулин. – М. : Юрайт, 2019. – 294 с. 9. Вода. Общие требования к отбору проб : ГОСТ 31861–2012. – М. : Стандартинформ, 2013. – 60 с. 10. Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения : Приказ от 13 декабря 2016 года №552. / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. 11. Горленко, В. М. Экология водных микроорганизмов / В. М. Горленко, Г. А. Дубинина, С. И. Кузнецов. – М. : Наука, 1977. – 289 с.

References. 1. Grebtsov, M. R. *Ekologotoksikologicheskaja otsenka aerogennogo puti zagriazneniia poverkhnostnykh vod* / M. R. Grebtsov, A. A. Stekolnikov // *Mezhdunarodnyi vestnik veterinarii. – 2013. – №1. – С. 47–51.* 2. Budnikov, G. K. *Tiazhelye metally v ekologicheskom monitoringe vodnykh sistem* / G. K. Budnikov // *Sorosovskii obrazovatelnyi zhurnal. – 1998. – № 5. – С. 23–29.* 3. Smirnova, A. Ia. *K voprosu issledovaniia ekologii gidrosfery v zone Voronezhskogo vodokhranilishcha* / A. Ia. Smirnova, M. N. Bugreeva // *Ekologiya i okhrana prirody g. Voronezha. – Voronezh, 1990. – С. 24–26.* 4. *Biogennaia migratsiia zheleza i margantsa v poverkhnostnykh i gruntovykh vodakh vodozabornykh zon g. Voronezha* / G. A. Dubinina [i dr.] // *Sostoianie i problemy ekosistem Srednego Podonia : sb. nauch. trudov. – Voronezh, 1998. – Vyp. 10. – С. 113–122.* 5. Drozhzhin, O. S. *Soderzhanie ekotoksikantov v pochve, vode i kormakh v khoziaistvakh s razlichnoi tekhnogennoi nagruzkoi* / O. S. Drozhzhin, N. N. Ivanova, G. I. Trfimova // *Veterinarnyi farmakologicheskii vestnik. – 2018. – №4(5). – С. 66–69.* 6. Savenko, A. V. *O vzaimosviasi vnutrivodoemnykh tsiklov fosfora i zheleza* / A. V. Savenko // *Vodnye resursy. – 1998. – Т. 25, N 3. – С. 330–336.* 7. Smirnova, A. Ia. *Vliianie donnykh otlozhenii Voronezhskogo vodokhranilishcha na ekologicheskoe sostoianie podzemnykh i poverkhnostnykh vod* / A. Ia. Smirnova, M. N. Bugreeva, M. V. Kucherenko // *Kompleksnoe izuchenie, ispolzovanie i okhrana Voronezhskogo vodokhranilishcha : tezis dokladov nauchno-prakticheskoi konferentsii. – Voronezh, 1996. – С. 66–68.* 8. Volkova, I. V. *Otsenka kachestva vody vodoemov rybokhoziaistvennogo naznacheniia : uchebnoe posobie dlia VUZov* / I. V. Volkova, T. S. Ershova, S. V. Shipulin. – М. : Iurait, 2019. – 294 с. 9. *Voda. Obshchie trebovaniia k otboru prob* : ГОСТ 31861–2012. – М. : Standartinform, 2013. – 60 с. 10. *Ob utverzhdenii normativov kachestva vody vodnykh obieektov rybokhoziaistvennogo znachenii, v tom chisle normativov predelno dopustimyykh kontsentratsii vrednykh veshchestv v vodakh vodnykh obieektov rybokhoziaistvennogo znachenii* : *Prikaz ot 13 dekabrja 2016 goda №552.* / *Ministerstvo selskogo khoziaistva Rossiiskoi Federatsii.* 11. *Gorlenko, V. M. Ekologiya vodnykh mikroorganizmov* / V. M. Gorlenko, G. A. Dubnina, S. I. Kuznetsov. – М. : Nauka, 1977. – 289 с.

Поступила в редакцию 27.04.2023.

DOI 10.52368/2078-0109-2023-59-2-41-46
УДК 597:576.89

АНАЛИЗ ЗАРАЖЕННОСТИ ГЕЛЬМИНТАМИ ЧУЖЕРОДНЫХ ВИДОВ РЫБ СЕМЕЙСТВА GOBIIDAE С ТЕРРИТОРИИ ПГРЭЗ

*Надина Н.Г. ORCID ID 0009-0002-6165-5775, **Акимова Л.Н. ORCID ID 0000-0002-1890-2315

*Государственное природоохранное научно-исследовательское учреждение «Полесский государственный радиационно-экологический заповедник», г. Хойники, Республика Беларусь

**Государственное научно-производственное объединение «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по биоресурсам», г. Минск, Республика Беларусь

В статье описаны результаты исследования трех чужеродных для территории Беларуси видов рыб семейства Gobiidae (*Neogobius fluviatilis*, *Babka gymnotrachelus* и *Proterorhinus semilunaris*) с территории ПГРЭЗ на зараженность гельминтами. Исследования представителей семейства Gobiidae проводились с 2020 г. по 2022 г. Всего обследовано 395 особей рыб. Зарегистрированы нематоды, трематоды и скребни. Данные по гельминтологическим исследованиям бычков с территории заповедника приводятся впервые. **Ключевые слова:** чужеродные виды рыб, Gobiidae, гельминты, Припять, ПГРЭЗ, Беларусь.

ANALYSIS OF HELMINTHIC INFESTATION IN ALIEN FISH SPECIES OF THE GOBIIDAE FAMILY FROM THE TERRITORY OF PSRR

*Nadina N.G., **Akimova L.N.

*State environmental research institution "Polesky State Radiation-Ecological Reserve", Khoiniki, Republic of Belarus

**State Scientific and Production Association "Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Bioresources", Minsk, Republic of Belarus

The results on the study of helminthic infestation of three, alien for the territory of Belarus, species of fish of the family Gobiidae (Neogobius fluviatilis, Babka gymnotrachelus and Proterorhinus semilunaris) from the territory of PSRER are described in the article. The studies of representatives of the Gobiidae family were carried out from 2020 to 2022. A total of 395 fish individuals were examined. Nematodes, trematodes and acanthocephalans have been registered. Data on helminthological studies of gobies from the territory of the reserve are presented for the first time.
Keywords: alien fish species, Gobiidae, helminths, Pripyat, PSRER, Belarus.

Введение. К чужеродным видам ихтиофауны Беларуси относятся все зарегистрированные в водных объектах страны представители семейства *Gobiidae*: бычок-песочник *Neogobius fluviatilis* (Pallas, 1814), бычок-гонец *Babka gymnotrachelus* (Kessler, 1857), западный тупоносый бычок *Proterorhinus semilunaris* (Heckel, 1837) и пугловка черноморская *Benthophilus nudus* Berg, 1898. Все эти виды попали на территорию Беларуси по рекам Припять и Днепр из Киевского водохранилища (Украина), куда несколько ранее проникли из низовьев Днепра. Гельминтофауна указанных видов рыб практически не изучена на территории Беларуси. Есть немногочисленные публикации, посвященные данному вопросу [1, 2].

Представители семейства *Gobiidae* в водотоки Беларуси попали с территории Украины в разное время. Согласно литературным данным первым из представителей данного семейства на территории Беларуси появился вид *N. fluviatilis*, который был описан в реке Сож и некоторых других притоках Днепра в 1937 г. [3].

Второй вид бычков *B. gymnotrachelus* впервые отмечен в Беларуси в 1998 г. [4].

Третий вид бычков *P. semilunaris* (ранее регистрировавшийся в Беларуси как *Proterorhinus marmoratus* (Pallas, 1814)) впервые описан на территории Беларуси в 2007 г. в верхнем течении реки Припять [5]. В 2009 г. было доказано, что вид, который ранее описывался как *P. marmoratus*, включает в себя два вида: морской вид *P. marmoratus*, обитающий только в Черном море, и пресноводный – *P. semilunaris*, обитающий как в Черном море, так и распространившийся в пресноводные водотоки [6]. Использование молекулярно-генетических методов показало, что вид, регистрируемый в водотоках Беларуси, относится к виду *P. semilunaris* [7, 8].

Четвертый вид бычков *B. nudus* (ранее описываемый на территории нашей страны как *Benthophilus stellatus* (Sauvage, 1874)) впервые отмечен в Беларуси в 2011 г. на нижнем участке р. Днепр [9]. Согласно литературным данным ареал *B. stellatus* охватывает Черное и Азовское моря, а также реки и устья рек Каспийского моря, в то время как вид *Benthophilus nudus* распространен в прибрежных опресненных водах северо-западной части Черного моря и заходящий в реки Дунай, Днестр, Южный Буг и Днепр [10, 11].

Таким образом, все бычки, обнаруженные в водотоках Беларуси, являются черноморскими видами. В наших исследованиях из четырех зарегистрированных на территории Беларуси три вида отмечены на территории Полесского государственного радиационно-экологического заповедника (ПГРЭЗ). Данные по гельминтологическим исследованиям бычков *N. fluviatilis*, *B. gymnotrachelus* и *P. semilunaris* с территории заповедника приводятся впервые.

Цель работы – провести анализ распределения основных таксономических групп гельминтов и зараженности ими чужеродных видов рыб семейства *Gobiidae* с территории ПГРЭЗ.

Материалы и методы исследований. Материалом для настоящего сообщения послужили рыбы, отловленные на территории ПГРЭЗ. Представители семейства *Gobiidae* отловлены в реке Припять за период 2020–2022 гг. Полное паразитологическое вскрытие рыб проведено по стандартным методикам [12]. Видовое определение гельминтов проводилось с помощью определителей паразитов [13–15]. При анализе зараженности рыб гельминтами использован показатель экстенсивности инвазии (ЭИ), который показывает отношение количества зараженных рыб к количеству обследованных, выраженное в процентах.

Всего на наличие гельминтов обследовано 395 экземпляров чужеродных видов рыб семейства *Gobiidae* (таблица 1).

Таблица 1 – Количество обследованных рыб семейства *Gobiidae* за период 2020–2022 гг.

Вид рыбы	Обследовано, экз.			
	2020-2022	2020	2021	2022
<i>Neogobius fluviatilis</i>	151	52	56	43
<i>Proterorhinus semilunaris</i>	166	2	99	65
<i>Babka gymnotrachelus</i>	78	59	12	7
Итого:	395	113	167	115

В количественном соотношении за весь период исследований 42,0% от общей выборки рыб представлено видом *P. semilunaris*, незначительно меньше было представителей вида *N. fluviatilis* (38,2%), менее всего оказалась численность вида *B. gymnotrachelus* (19,7%).

Результаты исследований. При обследовании 395 экз. трех видов рыб семейства *Gobiidae* зарегистрированы гельминты трех основных таксономических групп – *Nematoda*, *Trematoda* и *Acanthocephala*. Представители *Monogenea* и *Cestoda* не выявлены.

В таблице 2 представлены данные по средней зараженности обследованных рыб всеми гельминтами в отдельные годы исследований.

Таблица 2 – Средняя зараженность рыб семейства *Gobiidae* всеми гельминтами за период 2020–2022 гг.

Вид рыбы	Обследовано, экз. / заражено, экз. (ЭИ, %)		
	2020	2021	2022
<i>Neogobius fluviatilis</i>	52 / 1 (1,9)	56 / 5 (8,9)	43 / 0 (0)
<i>Proterorhinus semilunaris</i>	2 / 0 (0)	99 / 2 (2,0)	65 / 2 (3,1)
<i>Babka gymnotrachelus</i>	59 / 2 (3,4)	12 / 1 (8,3)	7 / 0 (0)
Итого	113 / 3 (2,7)	167 / 8 (4,8)	115 / 2 (1,7)

Согласно таблице 2, в разные годы исследований зараженность гельминтами всех представителей семейства *Gobiidae* находилась в интервале от 1,7% (2022 г.) до 4,8% (2021 г.). Только в 2021 г. у всех трех видов бычков регистрировались гельминты трех таксономических групп.

На рисунке 1 представлены данные по общей средней зараженности трех видов бычков всеми гельминтами за весь период исследований.

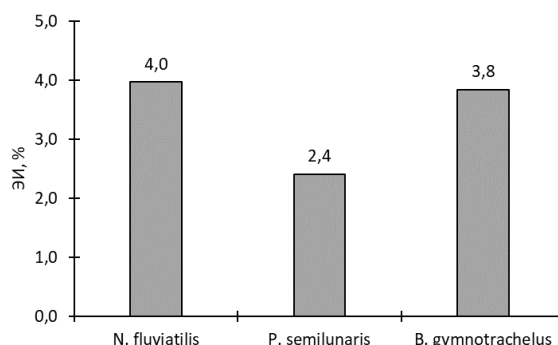


Рисунок 1 – Общая средняя зараженность конкретных видов рыб всеми гельминтами за весь период исследований

На рисунке 1 видно, что общая средняя зараженность всеми группами гельминтов за весь период исследований у бычков *N. fluviatilis* и *B. gymnotrachelus* имеет близкие значения (4,0% и 3,8% соответственно), у вида *P. semilunaris* данный показатель ниже. Общая зараженность всех видов бычков гельминтами за весь период исследований составила в среднем 3,3%.

В таблице 3 представлены данные по регистрации отдельных таксонов гельминтов у конкретных видов рыб.

Таблица 3 – Данные по количеству обследованных и зараженных рыб семейства *Gobiidae* представителями основных таксонов гельминтов за период 2020–2022 гг.

Год	Вид рыбы	Таксон гельминтов		
		<i>Nematoda</i>	<i>Trematoda</i>	<i>Acanthocephala</i>
		Обследовано, экз. / заражено, экз.		
2020	<i>Neogobius fluviatilis</i>	52 / 0	52 / 0	52 / 1
	<i>Proterorhinus semilunaris</i>	2 / 0	2 / 0	2 / 0
	<i>Babka gymnotrachelus</i>	59 / 1	59 / 1	59 / 0
2021	<i>Neogobius fluviatilis</i>	56 / 1	56 / 4	56 / 0
	<i>Proterorhinus semilunaris</i>	99 / 0	99 / 1	99 / 1
	<i>Babka gymnotrachelus</i>	12 / 0	12 / 1	12 / 0
2022	<i>Neogobius fluviatilis</i>	43 / 0	43 / 0	43 / 0
	<i>Proterorhinus semilunaris</i>	65 / 0	65 / 2	65 / 0
	<i>Babka gymnotrachelus</i>	7 / 0	7 / 0	7 / 0

Как следует из таблицы 3, гельминты неравномерно регистрировались у обследованных рыб. Количество зараженных рыб в выборках в отдельные годы было не более четырех особей. Вообще

можно отметить довольно низкую зараженность рыб. На рисунке 2 показаны численные значения зараженности конкретных видов рыб представителями основных таксонов гельминтов в отдельные годы исследований.

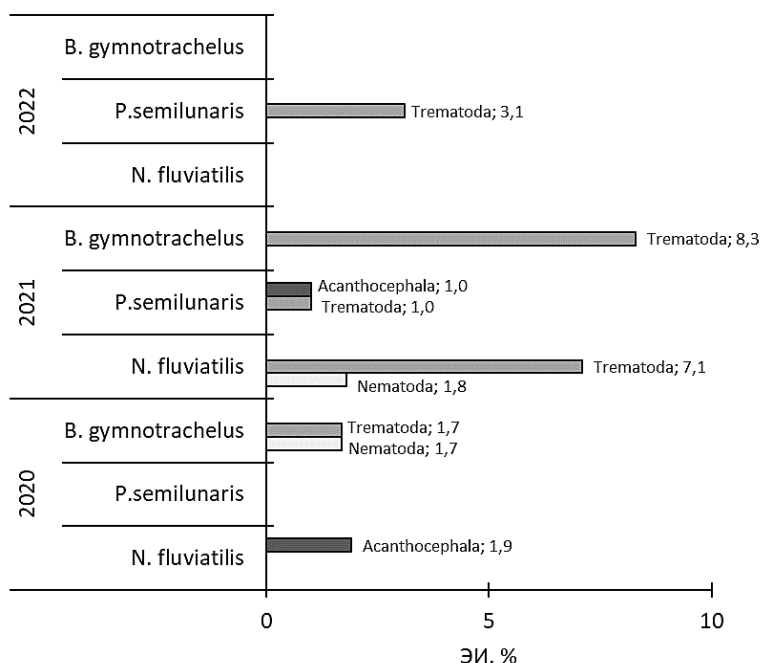


Рисунок 2 – Зараженность конкретных видов рыб представителями основных таксонов гельминтов по годам

Согласно рисунку 2, у бычков отмечались максимальные показатели зараженности трематодами, которые достигали 8,3% (2021 г.), также трематоды наиболее часто регистрировались у разных видов рыб. Зараженность нематодами и скребнями не превышала 1,9% в отдельные годы исследований.

На рисунке 3 приведены данные по зараженности конкретных видов рыб представителями основных таксонов гельминтов за весь период исследований, где видно, что трематоды были единственной группой гельминтов, которая отмечалась у всех обследованных видов бычков на протяжении всего периода исследований, зараженность ими находилась в интервале от 1,8% (*P. semilunaris*) до 2,6% (*N. fluviatilis* и *B. gymnotrachelus*). Только у бычков *N. fluviatilis* отмечены представители трех зарегистрированных таксонов гельминтов – нематоды, трематоды и скребни. У остальных бычков выявлено только по два таксона: у *P. semilunaris* – трематоды и скребни, а у *B. gymnotrachelus* – нематоды и трематоды.

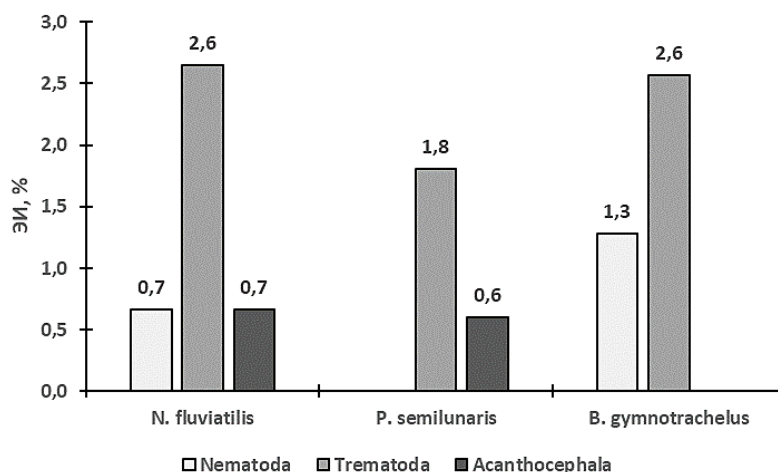


Рисунок 3 – Зараженность конкретных видов рыб представителями основных таксонов гельминтов за весь период исследований

На рисунке 4 показана общая средняя зараженность всех видов бычков конкретными таксонами гельминтов.

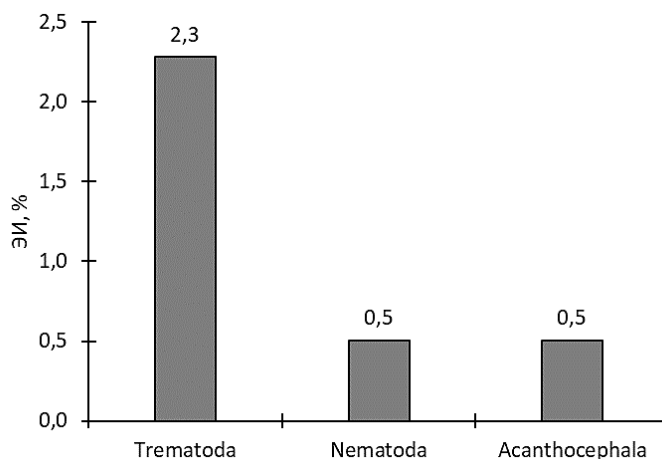


Рисунок 4 – Общая средняя зараженность всех рыб семейства Gobiidae представителями отдельных таксонов гельминтов за весь период исследований

Согласно рисунку 4, у всех бычков общая средняя зараженность трематодами за весь период исследований имеет максимальное значение и составляет 2,3%, для нематод и скребней данный показатель значительно ниже и имеет одинаковое значение – 0,5%.

Заключение. Таким образом, установлено, что представители трех таксонов гельминтов (*Nematoda*, *Trematoda* и *Acanthocephala*) паразитируют у рыб семейства *Gobiidae* (*N. fluviatilis*, *P. semilunaris* и *B. gymnotrachelus*) на территории ПГРЭЗ. Представители *Monogenea* и *Cestoda* не выявлены. Зараженность гельминтами трех видов рыб семейства *Gobiidae* находилась в интервале от 1,7% (2022 г.) до 4,8% (2021 г.). Общая зараженность всех видов бычков гельминтами за весь период исследований составила в среднем 3,3%. Максимальные показатели зараженности отмечены для трематод, которые достигали 8,3% (2021 г.). Трематоде наиболее часто регистрировались у разных видов рыб. Зараженность нематодами и скребнями не превышала 1,9% в отдельные годы исследований. Только у бычков вида *N. fluviatilis* отмечены представители трех зарегистрированных таксонов гельминтов – нематоды, трематоды и скребни. У остальных бычков выявлено только по два таксона: у *P. semilunaris* – трематоды и скребни, а у *B. gymnotrachelus* – нематоды и трематоды. Общая средняя зараженность всех видов бычков трематодами имеет максимальное значение и составляет 2,3%, для нематод и скребней данный показатель имеет одинаковое значение – 0,5%.

Conclusion. Thus, it was established that representatives of three taxa of helminths (*Nematoda*, *Trematoda* and *Acanthocephala*) parasitize fish of the *Gobiidae* family (*N. fluviatilis*, *P. semilunaris* and *B. gymnotrachelus*) in the territory of the PSRER. Representatives of *Monogenea* and *Cestoda* have not been identified. The helminthic infestation of three fish species of the *Gobiidae* family ranged from 1.7% (2022) to 4.8% (2021). The total average infection of all fish species with helminths for the entire period of research was 3.3%. The maximum infestation rates were noted for trematodes, which reached 8.3% (2021). Trematodes were most often recorded in different fish species. Infestation with nematodes and acanthocephalans did not exceed 1.9% in some years of research. Only in gobies of the species *N. fluviatilis*, representatives of three registered taxa of helminths were noted: nematodes, trematodes, and acanthocephalans. In the remaining gobies, only two taxa were identified: in *P. semilunaris*, trematodes and acanthocephalans, and in *B. gymnotrachelus*, nematodes and trematodes. The total average infestation of all species of gobies with trematodes has a maximum value of 2.3%, for nematodes and acanthocephalans this indicator has the same value – 0.5%.

Список литературы. 1. Шендрик, Т. В. Паразитофауна инвазивных видов рыб на территории Беларуси / Т. В. Шендрик, Е. И. Бычкова, М. М. Якович // Экология и животный мир. – 2015. – № 1. – С. 36–41. 2. Бычкова, Е. И. Гельминтофауна чужеродных видов рыб сем. *Gobiidae* в речных экосистемах Беларуси / Е. И. Бычкова // Доклады Национальной академии наук Беларуси. – 2016. – Т. 59, № 2. – С. 84–86. 3. Воронцов, Е. М. Состав ихтиофауны водоемов Западной области БССР и характеристика ихтиофауны Верхнеднепровского бассейна / Е. М. Воронцов // Фауна и экология. – Смоленск, 1937. – Вып. 3. – С. 59–86. 4. Гулюгин, С. Ю. Новые данные по расширению ареала бычков рода *Neogobius*: песочника *N. fluviatilis*, кругляка *N. melanostomus*, гонца *N. gymnotrachelus* / С. Ю. Гулюгин, Д. Ф. Куницкий // Тезисы докладов Международной научно-технической конференции, посвященной 40-летию пребывания КГТУ на Калининградской земле и 85-летию высшего рыбохозяйственного образования в России, Калининград, 17-19 нояб. 1998 г. – Калининград, 1999. – Ч. 1. – С. 5. 5. Ризевский, В. К. Новый для ихтиофауны Беларуси вид рыб – бычок-цуцик *Proterorhinus*

marmoratus / В. К. Ризевский [и др.] // Вестни Национальнай акадэміі наву Беларусі. Сэрыя біялагічных наву. – 2010. – № 1. – С. 100–103. 6. Neilson, M. E. Evolution and phylogeography of the tubenose goby genus *Proterorhinus* (Gobiidae: Teleostei): evidence for new cryptic species / M. E. Neilson, C. A. Stepien // Biological Journal of the Linnean Society. – 2009. – Vol. 96. – P. 664–684. doi.org/10.1111/j.1095-8312.2008.01135.x 7. Головенчик, В. И. Генетическая вариабельность гена COI у чужеродных и аборигенных популяций западного тупонозого бычка (*Proterorhinus semilunaris* (Heckel, 1837)) / В. И. Головенчик [и др.] // Природные ресурсы. – 2020. – № 1. – С. 23–30. 8. Оценка уровня генетического полиморфизма гена CYTB мтДНК в популяциях западного тупонозого бычка как одного из способов выявления путей проникновения вида в реки Беларуси / В. И. Головенчик [и др.] // Вестник фонда фундаментальных исследований. – 2020. – Т. 3, № 93. – С. 87–98. 9. First record of the Ponto-Caspian stellate tadpole-goby *Benthophilus stellatus* (Sauvage) from the River Dnieper, Belarus / V. Rizevsky [et al.] // Bioinvasion Records. – 2013. – Vol. 2, № 2. – P. 159–161. doi: 10.3391/bir.2013.2.2.12 10. Boldyrev, V. S. Description of two new species of tadpole-gobies (Teleostei: Gobiidae: Benthophilus) / V. S. Boldyrev, N. G. Bogutskaya // Zoosystematica Rossica. – 2004. – Vol. 13. – P. 129–135. doi: 10.31610/zsr/2004.13.1.129 11. Boldyrev, V. S. Revision of the tadpole-gobies of the genus *Benthophilus* (Teleostei: Gobiidae) / V. S. Boldyrev, N. G. Bogutskaya // Ichthyological Exploration of Freshwaters. – 2007. – Vol. 18, N 1. – P. 31–96. 12. Быховская-Павловская, И. Е. Паразиты рыб. Руководство по изучению / И. Е. Быховская-Павловская. – Л.: Наука, 1985. – 121 с. 13. Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР. Т. 2. Паразитические многоклеточные. (Первая часть) / под редакцией О.Н. Бауера; отв. редактор А.В. Гусев. – Л.: Наука, 1985. – 425 с. 14. Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР. Т. 3. Паразитические многоклеточные. (Вторая часть) / Гл. ред. О.А. Скарлато; ред. коллегия: И.М. Лихарев (отв. редактор) и др. – Л.: Наука, 1987. – 583 с. 15. Метатеркарии трематод – паразиты пресноводных гидробионтов Центральной России / В. У. Сударинов [и др.]; отв. ред. В.И. Фрезе. – М.: Наука, 2002. – 298 с.

References. 1. Shendrik, T. V. Parazitofauna invazivnykh vidov ryb na territorii Belarusi / T. V. Shendrik, E. I. Bychkova, M. M. Iakovich // Ekologiya i zhivotnyi mir. – 2015. – № 1. – S. 36–41. 2. Bychkova, E. I. Gelminthofauna chuzherodnykh vidov ryb sem. Gobiidae v rechnykh ekosistemakh Belarusi / E. I. Bychkova // Doklady Natsionalnoi akademii nauk Belarusi. – 2016. – Т. 59, № 2. – S. 84–86. 3. Vorontsov, E. M. Sostav ikhtiofauny vodoemov Zapadnoi oblasti BSSR i kharakteristika ikhtiofauny Verkhnedneprovskogo basseina / E. M. Vorontsov // Fauna i ekologiya. – Smolensk, 1937. – Vyp. 3. – S. 59–86. 4. Guliugin, S. Iu. Novye dannye po rasshireniiu areala bychkov roda *Neogobius*: pesochnika *N. fluviatilis*, krugliaka *N. melanostomus*, gontsa *N. gymnotrachelus* / S. Iu. Guliugin, D. F. Kunitskii // Tezisy dokladov Mezhdunarodnoi nauchno-tekhnicheskoi konferentsii, posviashchennoi 40-letiiu prebyvaniia KGTU na Kaliningradskoi zemle i 85-letiiu vysshego rybokhoziaistvennogo obrazovaniia v Rossii, Kaliningrad, 17-19 noiab. 1998 g. – Kaliningrad, 1999. – Ch. 1. – S. 5. 5. Rizevskii, V. K. Novyi dlia ikhtiofauny Belarusi vid ryb – bychok-tsutsik *Proterorhinus marmoratus* / V. K. Rizevskii [i dr.] // Vesti Natsionalnoi akademii nauk Belarusi. Sériia biologicheskikh nauk. – 2010. – № 1. – S. 100–103. 6. Neilson, M. E. Evolution and phylogeography of the tubenose goby genus *Proterorhinus* (Gobiidae: Teleostei): evidence for new cryptic species / M. E. Neilson, C. A. Stepien // Biological Journal of the Linnean Society. – 2009. – Vol. 96. – P. 664–684. doi.org/10.1111/j.1095-8312.2008.01135.x 7. Golovenchik, V. I. Geneticheskaya variabelnost' gena COI u chuzherodnykh i aborigennykh populatsii zapadnogo tuponosogo bychka (*Proterorhinus semilunaris* (Heckel, 1837)) / V. I. Golovenchik [i dr.] // Prirodnye resursy. – 2020. – № 1. – S. 23–30. 8. Otsenka urovnia geneticheskogo polimorfizma gena CYTB mtDNA v populatsiiakh zapadnogo tuponosogo bychka kak odnogo iz sposobov vyavleniia putei proniknoveniia vida v reki Belarusi / V. I. Golovenchik [i dr.] // Vestnik fonda fundamentalnykh issledovani. – 2020. – Т. 3, № 93. – S. 87–98. 9. First record of the Ponto-Caspian stellate tadpole-goby *Benthophilus stellatus* (Sauvage) from the River Dnieper, Belarus / V. Rizevsky [et al.] // Bioinvasion Records. – 2013. – Vol. 2, № 2. – P. 159–161. doi: 10.3391/bir.2013.2.2.12 10. Boldyrev, V. S. Description of two new species of tadpole-gobies (Teleostei: Gobiidae: Benthophilus) / V. S. Boldyrev, N. G. Bogutskaya // Zoosystematica Rossica. – 2004. – Vol. 13. – P. 129–135. doi: 10.31610/zsr/2004.13.1.129 11. Boldyrev, V. S. Revision of the tadpole-gobies of the genus *Benthophilus* (Teleostei: Gobiidae) / V. S. Boldyrev, N. G. Bogutskaya // Ichthyological Exploration of Freshwaters. – 2007. – Vol. 18, N 1. – P. 31–96. 12. Bykhovskaia-Pavlovskaiia, I. E. Parazity ryb. Rukovodstvo po izucheniiu / I. E. Bykhovskaia-Pavlovskaiia. – L.: Nauka, 1985. – 121 s. 13. Opredelitel' parazitov presnovodnykh ryb fauny SSSR. T. 2. Paraziticheskie mnogokletochnye. (Pervaya chast') / Pod redakciej O.N. Bauera; otv. redaktor A.V. Gusev. – L.: Nauka, 1985. – 425 s. 14. Opredelitel' parazitov presnovodnykh ryb fauny SSSR. T. 3. Paraziticheskie mnogokletochnye. (Vtoraya chast') / Gl. red. O.A. Skarlato; red. kollegiya: I.M. Liharev (otv. redaktor) i dr. – L.: Nauka, 1987. – 583 s. 15. Metacerkarii trematod -- parazity presnovodnykh gidrobiontov Central'noj Rossii / V.U. Sudarikov i dr.; otv. red. V.I. Freze. – M.: Nauka, 2002. – 298 s.

Поступила в редакцию 03.04.2023.

DOI 10.52368/2078-0109-2023-59-2-46-50
УДК 636.085:577.17

КОНЦЕНТРАЦИЯ ЦИНКА, МАРГАНЦА, МЕДИ В ПОКРОВНОМ ВОЛОСЕ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ СОДЕРЖАНИЯ, СЕЗОННОСТИ И ТОПОГРАФИЧЕСКОГО УЧАСТКА ТЕЛА

Осипова В.Н. ORCID ID 0000-0002-7841-177X, Ревякин И.М. ORCID ID 000-0001-5377-2598
УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»,
г. Витебск, Республика Беларусь

В статье представлены исследования концентрации микроэлементов в покровном волосе крупного рогатого скота. В них отражено содержание в шерстном покрове меди, марганца и цинка под влиянием сезонности, типа содержания, топографического участка тела животного. На основании результатов можно заключить, что в отличие от фактора топографического участка, сезонность и тип содержания оказывает выраженное влияние на концентрации в покровном волосе исследуемых микроэлементов. А вариабельность внутри исследуемых групп подчеркивает индивидуальность накопления микроэлементов каждым конкретным организмом. Это отражает multifunctionality шерстного покрова, заключающуюся не только в выполнении терморегуляторной функции, но и в отражении минерального статуса организма животного. **Ключевые слова:** волосной покров, шерсть, крупный рогатый скот, микроэлементы, медь, цинк, марганец.

CONCENTRATION OF ZINC, MANGANESE, COPPER IN THE COAT HAIR OF CATTLE DEPENDING ON MAINTENANCE CONDITIONS, SEASONALITY AND TOPOGRAPHY

Osipova V.N., Revyakin I.M.

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

The article presents studies on the concentration of trace elements in the coat hair of cattle. They reflect the amount of copper, manganese and zinc in the hair coat of cattle under the influence of seasonality, type of maintenance, topographical area of the animal's body. Based on the results, it can be concluded that, in contrast to the factor of the topographic site, the seasonality and type of maintenance possess a pronounced impact on the concentrations of the studied trace elements in the hair coat. And the variability within the studied groups emphasizes the individuality of the accumulation of trace elements by every individual animal. This reflects the multifunctionality of the hair coat, which consists not only in performing the thermoregulatory function, but also in reflecting the mineral status of the animal's body. **Keywords:** hair coat, wool, cattle, trace elements, copper, zinc, manganese.

Введение. Известно, что организм животных не может нормально функционировать без огромного количества нутриентов. Часть из них, в результате сложных биохимических реакций, синтезируется в самом организме. Другая же часть, являясь незаменимой, поступает только извне. Ее неотъемлемой составляющей и являются микроэлементы, которые в организме любого животного выполняют целый ряд функций. В частности, они входят в состав активных центров ферментов, прогормонов и активных гормонов, транспортных белков, редокс-систем и т.д. При этом, характерно, что не только дефицит, но и избыток микроэлементов способен оказывать повреждающее действие на течение клеточного метаболизма и приводить к развитию определенных функциональных расстройств [3, 4].

В молочном скотоводстве давно известны болезни, вызванные недостатком некоторых микроэлементов. Однако данные патологические состояния, диагностика которых не вызывает затруднений, как правило, обуславливаются только существенной нехваткой указанных минеральных веществ. Гораздо сложнее выявить микроэlementозы на ранних стадиях, когда недостаток не столь значительный, болезнь еще не развилась, но деструктивные процессы уже запущены. Такие состояния провоцируют развитие сопутствующих заболеваний и отражаются на продуктивности животных [1, 2]. С целью ранней диагностики микроэlementозов практикуется исследование крови, что эффективно не всегда, так как концентрация данных нутриентов в ней сильно зависит от времени последнего приема корма, времени суток и состояния внутренних органов. Например, содержание меди будет повышенным при острых воспалительных процессах, цинка – при повышенной активности щелочной фосфатазы, а определить марганец вообще затруднительно.

В связи с этим некоторыми авторами для этих целей были предложены исследования минерального состава волосного покрова, который, по мнению узкоспециализированных исследователей, коррелирует со степенью обеспеченности микроэлементами всего организма [6].

Применительно к крупному рогатому скоту, данный подход нашел свое отражение в огромном количестве исследований. Так, по данным Н.В. Нарожных, на накопление микроэлементов в волосе, в частности меди, оказывает значимое влияние породный фактор. [5] При этом ряд других авторов, придерживаясь этой точки зрения, отмечают, что содержание микроэлементов (меди, марганца) в различных топографических участках тела животного неодинаково [8]. Кроме того, в литературе имеется немало сведений относительно влияния на концентрацию основных микроэлементов в шерсти крупного рогатого скота факторов роста, пигментации шерстного покрова и кормления [7].

Вместе с тем приведенные в работах данные в некоторых случаях являются противоречивыми и неоднозначными. В большей степени это касается цифровых показателей, которые, по причине разных методов их получения, а также различных подходов к статистической обработке, значительно разнятся. В связи с этим **целью** нашего исследования явилось установление содержания цинка, марганца и меди в покровном волосе коров белорусской черно-пестрой породы атомно-абсорбционным методом в зависимости от факторов сезонности, условий содержания и топографического участка тела животного.

Материалы и методы исследований. Материалом для исследований послужил покровный волос крупного рогатого скота в количестве 10 проб от каждой исследуемой группы, содержащегося в условиях ОАО «Приозерный мир», в два периода: зимний стойловый и летний пастбищный, а также в ОАО «БорисовСоюзАгро», содержащихся в условиях агропромышленного комплекса, в зимний период. Отбор проб проводился на латеральной поверхности живота (уровень последнего ребра) в 3 группах: животные, содержащиеся в условиях ОАО «Приозерный мир», в летний пастбищный и зимний стойловый периоды, животные, содержащиеся в условиях агропромышленного комплекса ОАО «БорисовСоюзАгро», в зимний период. А также в верхней трети поверхности лопатки у животных, содержащихся в условиях ОАО «Приозерный мир», в летний пастбищный период.

Исследования были проведены на базе НИИ ПВМиБ УО «Витебская государственная академия ветеринарной медицины». Основным методом исследований являлась атомно-абсорбционная спектрометрия с использованием атомно-абсорбционного спектрометра «МГА – 1000».

Полученные результаты были проанализированы и обработаны статистически, с использованием критериев достоверности Уилкинсона для случаев с ненормальным распределением, Ньюмена-Кейлса – для остальных случаев.

Результаты исследований. В результате проведенных нами исследований установлено, что на содержание меди, марганца и цинка в покровном волосе крупного рогатого скота влияют следующие несколько факторов: сезонность, топографический участок тела животного, тип содержания. Однако характер этого влияния различный. Полученные данные представлены в таблице.

Таблица – Содержание меди, марганца, цинка в покровном волосе крупного рогатого скота

Микроэлемент	Летне-пастбищный период				Зимне-стойловый период		Содержание в условиях агропромышленного комплекса	
	Область лопатки		Область живота		Область живота		Область живота	
	мг/кг	CV	мг/кг	CV, %	мг/кг	CV, %	мг/кг	CV, %
Медь	5,96±0,278	14,73	5,51±0,383* ²	21,96	8,49±1,084* ¹	40,37	9,28±0,238	8,10
Марганец	12,04±2,416	63,47	12,75±2,132* ²	52,88	4,40±1,190* ¹	85,59	7,17±1,206	53,22
Цинк	53,17±3,243	19,29	56,69±2,434	13,58	144,10±6,585* ³	14,45	275,9±57,31* ²	65,7

Примечания: * – разница достоверна при $P \leq 0,05$ по отношению к группе,

где ¹ – область живота в летне-пастбищный период;

² – область живота в зимне-пастбищный период;

³ – область живота в условиях агропромышленного комплекса.

По данным таблицы хорошо заметно, что концентрация марганца и цинка в разных топографических областях различна. На животе указанных элементов больше, чем на лопатке на 0,71 мг/кг и 3,52 мг/кг соответственно. Однако в обоих случаях выявленная разница не является статистически значимой, что дает основание говорить лишь о наличии тенденции. То же касается и концентрации меди на данных участках тела. Так, в области живота содержание меди в покровном волосе составило 5,51 мг/кг, что на 0,45 мг/кг меньше, чем соответствующий показатель в области лопатки.

Касательно исследований, отражающих сезонность, исходя из таблицы, видно, что концентрация меди на животе в зимне-стойловый период превышает ее содержание в соответствующей области в летний период на 2,98 мг/кг. Еще более выраженная сезонная разница выявлена в концентрациях цинка, где зимой содержание его в области живота на 84,41 мг/кг, или в 2,5 раза больше, чем в летне-пастбищный период. В свою очередь, концентрация марганца в волосе имеет обратную зависимость, летом она составила 12,75 мг/кг, что на 8,35 мг/кг, или в 2,8 раза больше, чем в соответствующем участке тела зимой. Во всех случаях, отражающих сезонность, разница является статистически значимой.

Также достоверно значимые различия были выявлены между концентрацией цинка в покровном волосе крупного рогатого скота при разных типах содержания. В условиях агропромышленного комплекса содержание его в волосе оказалось на 131,8 мг/кг больше, чем при стойловом содержании в ОАО «Приозерный Мир». В свою очередь, количество марганца и меди покровном волосе крупного рогатого скота, содержащегося в условиях агропромышленного комплекса, также оказалось больше на 2,77 мг/кг и 0,79 мг/кг, чем при стойловом содержании, однако данная разница не является статистически значимой.

Между тем, известно, что средние показатели по выборке не всегда полностью раскрывают закономерности исследуемого признака. В первую очередь, это связано с тем, что формируются они из индивидуальных показателей. Последние, в некоторых случаях, с точки зрения воздействия различных факторов, оказываются более лабильными, чем выборочные средние показатели. В свя-

зи с этим нами были рассчитаны коэффициенты вариации концентраций микроэлементов в волосе для каждой из выборок.

В результате оказалось, элементом, который наиболее сильно подвержен варьированию, является марганец, за ним следует цинк и, с минимальным отрывом, – медь.

Однако данный показатель склонен существенно меняться в зависимости от рассматриваемых факторов. Возвращаясь к таблице, можно заметить, что на индивидуальные особенности накопления в волосяном покрове микроэлементов наиболее сильное влияние оказывает сезонный фактор. При этом максимально данная закономерность раскрывается для марганца (в области живота), коэффициент вариации которого летом на 32,71% меньше, чем зимой. Для меди эта разница оказалась несколько меньше и составила 18,41%. Наименьшее выражение данная тенденция продемонстрировала по отношению к цинку, где в зимний период коэффициент вариации превысил соответствующий показатель в летний период всего на 0,87%.

По полученным данным можно заключить, что индивидуальность накопления изученных микроэлементов в покровном волосе зимой наиболее выражена. Это может быть связано с качеством и однородностью заготовленного корма, равномерностью его скармливания и сезонной необходимостью внесения балансирующих добавок. Также нельзя исключить повышенную заболеваемость животных в зимний период.

Принимая в расчет типы содержания животных в зимний период, следует отметить более равномерное накопление меди в условиях комплекса, где коровы содержатся беспривязно. Здесь для этого микроэлемента значение коэффициента вариации на 32,27% меньше, чем в условиях стойлового содержания (привязного). Аналогичная ситуация, с разницей в 32,37%, характерна и для варьирования марганца. Однако, применительно к цинку, ситуация диаметрально противоположная. Содержание этого микронутриента в покровном волосе в условиях агропромышленного комплекса, по сравнению со стандартным стойлово-пастбищным содержанием, оказалось больше на 51,25%.

Несомненно, выше обозначенная закономерность связана с различным составом рационов в этих хозяйствах, но вполне вероятно определенное влияние уровня моциона животных, который в случае беспривязного содержания несколько выше.

Что касается вариативности значений в различных топографических участках тела, то по сравнению с предыдущими факторами, здесь разница между анализируемым показателем выражена в минимальной степени. Так, в случае с медью разница составила всего 7,23% в пользу области живота, а в отношении марганца и цинка – наоборот, коэффициент вариации значений оказался больше в области лопатки, на 10,59% и 5,71% соответственно. С морфологической точки зрения, с учетом отсутствия статистически значимых отличий концентраций микроэлементов в этих участках, можно допустить, что у всех животных кровоснабжение кожного покрова указанных областей происходит примерно в равной степени.

Заключение. Таким образом, полученные результаты указывают, что в большинстве случаев содержание микроэлементов (меди, марганца, цинка) в покровном волосе не постоянно и зависит от влияния целого ряда факторов. Среди последних наибольшее значение приобретают сезонность, тип кормления и условия содержания. Топографический фактор, в свою очередь, практически не оказывает влияния на содержание исследуемых микроэлементов в покровном волосе крупного рогатого скота. Кроме того, существенная разница в концентрации микронутриентов отмечается и в пределах большинства исследованных групп, что выражается высокой степенью индивидуальной изменчивости. В свою очередь, это определяется как наследственностью, так и в сочетании с ней, антропогенными факторами, в том числе и теми, которые обуславливают различия между группами.

С позиций клинической диагностики полифакторность формирования микроэлементного пула в волосе животных, подтвержденная нашими исследованиями, хоть и значительно усложняет диагностику субклинических микроэлементозов крупного рогатого скота в условиях его промышленного содержания, но ни в коем случае не отменяет оную. Грамотный диагностический алгоритм, учитывающий необходимые кластеры факторов, на наш взгляд, в целом может способствовать правильной, научно обоснованной и своевременной диагностике микроэлементозов.

Conclusion. Thus, the obtained results indicate that in most cases the amount of trace elements (copper, manganese, zinc) in the coat hair is not constant and depends on the influence of several factors. Among them, the type of feeding and conditions of maintenance are of a great importance. The topographic factor, in its turn, has practically no effect on the amount of the studied trace elements in the hair of cattle. In addition, a significant difference in the concentration of micronutrients is also noted within most of the studied groups, which is expressed in a high degree of individual variability. This, in its turn, is determined, both by the heredity and, in combination with it, by anthropogenic factors, including those that cause differences between groups.

In terms of clinical diagnostics, the polyfactorial nature of the formation of the trace element pool in the hair of animals, which is confirmed by our studies, significantly complicates the diagnostics of subclinical microelementoses in cattle under conditions of industrial keeping, but it does not by any means cancel it. A competent diagnostic algorithm that considers the necessary clusters of factors, in our opinion, can, in general, contribute to the correct, evidence-based, and timely diagnostics of microelementoses.

Список литературы. 1. Золотарёва, Н. А. Иммунодефициты: профилактика и борьба с ними / Н. А. Золотарёва // Ветеринарная патология. – 2003. – Вып. 2(6). – С. 47–49. 2. Карпут, И. М. Клинико-морфологическое проявление иммунных дефицитов и их профилактика у молодняка / И. М. Карпут, М. П. Бабина, Т. В. Бабина // Актуальные проблемы ветеринарной патологии и морфологии животных : материалы научной-производственной конференции. – Воронеж: Научная книга, 2006. – С. 46–51. 3. Микроэлементозы человека : этиология, классификация, органопатология / А. П. Авцын [и др.]. – М. : Медицина, 1991. – 496 с. 4. Микроэлементы и патология щитовидной железы в Томской области : монография / О. А. Денисова [и др.] – Томск : STT, 2011. – 190 с. 5. Нарожных, К. Н. Содержание, изменчивость и корреляция химических элементов в волосе герфордского скота / К. Н. Нарожный // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2014. – № 4. – С. 74–78. 6. Скальный, А. В. Химические элементы в физиологии и экологии человека / А. В. Скальный. – М. : Издательский дом «ОНИКС 21 век» : Мир, 2004. – 216 с., ил. 7. Фролов, А. Н. Особенности элементного состава шерсти и адаптационные способности телок импортной селекции в зависимости от их продуктивности / А. Н. Фролов, О. А. Завьялов, А. В. Харламов // Вестник мясного скотоводства. – 2016. – № 2(94). – С. 39–44. 8. Чулуунбат Оюунцэцэг. Содержание микроэлементов в пробах волосного покрова крупного рогатого скота монгольской и калмыцкой пород / Оюунцэцэг Чулуунбат, Н. В. Мантатова // Ветеринарная патология. – 2015. – № 4. – С. 33–37.

References. 1. Zolotareva, N. A. Immunodeficiency: profilaktika i borba s nimi / N. A. Zolotareva // Veterinarnaya patologiya. – 2003. – Vyp. 2(6). – S. 47–49. 2. Karput, I. M. Kliniko-morfologicheskoe proiavlenie immunnykh defitsitov i ikh profilaktika u molodniaka / I. M. Karput, M. P. Babina, T. V. Babina // Aktualnye problemy veterinarnoi patologii i morfologii zhivotnykh : materialy nauchnyj-proizvodstvennyj konftnyybb. – Voronezh: Nauchnaya kniga, 2006. – S. 46–51. 3. Mikroelementozy cheloveka : etiologiya, klassifikatsiya, organopatologiya / A. P. Avtsyn [i dr.]. – M. : Meditsina, 1991. – 496 s. 4. Mikroelementy i patologiya shchitovidnoi zhelezy v Tomskoi oblasti : monografiya / O. A. Denisova [i dr.] – Tomsk : STT, 2011. – 190 s. 5. Narozhnykh, K. N. Soderzhanie, izmenchivost i korrelyatsiya khimicheskikh elementov v volose gerefordskogo skota / K. N. Narozhnyi // Sibirskii vestnik sel'skokhoziaistvennoi nauki. – 2014. – № 4. – S. 74–78. 6. Skalnyy, A. V. Khimicheskie elementy v fiziologii i ekologii cheloveka / A. V. Skalnyy. – M. : Izdatelskii dom «ONIKS 21 vek» : Mir, 2004. – 216 s., il. 7. Frolov, A. N. Osobennosti elementnogo sostava shersti i adaptatsionnye sposobnosti telok importnoi seleksii v zavisimosti ot ikh produktivnosti / A. N. Frolov, O. A. Zavialov, A. V. Kharlamov // Vestnik miasnogo skotovodstva. – 2016. – № 2(94). – S. 39–44. 8. Chuluunbat Oiuuntsetseg. Soderzhanie mikroelementov v probakh volosianogo pokrova krupnogo rogatogo skota mongolskoi i kalmytskoi porod / Oiuuntsetseg Chuluunbat, N. V. Mantatova // Veterinarnaya patologiya. – 2015. – № 4. – S. 33–37.

Поступила в редакцию 19.04.2023.

DOI 10.52368/2078-0109-2023-59-2-50-54
УДК 57:619:591.16

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ НАТИВНОЙ И ДЕКОНСЕРВИРОВАННОЙ СПЕРМЫ КОТОВ С РАЗНЫМ АНТИГЕННЫМ ПРОФИЛЕМ ЭРИТРОЦИТОВ

*Петряева А.В. ORCID ID 0000-0002-9815-4029, *Ватников Ю.А. ORCID ID 0000-0003-0036-3402,

***Ткачев А.В. ORCID ID 0000-0002-7721-5742, **Ткачева О.Л. ORCID ID 0000-0002-5573-6117

*ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», г. Москва, Российская Федерация

**ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К.А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

Наличие в крови и выделениях половых путей антиспермальных антител может ингибировать взаимодействие сперматозоидов с яйцеклетками, и они могут ингибировать развитие зигот после оплодотворения. Поэтому идентификация и исследование антигенов, которые могут снижать репродуктивную функцию, имеет большое значение для понимания их родственной связи с бесплодием и с антиспермальными антителами. Установлены физиологические особенности нативной и замороженно-оттаянной спермы котов с разным антигенным профилем эритроцитов по группам крови. Подвижность нативных спермиев была наименьшей у котов группы крови АВ, что на 6,45% меньше ($P < 0,001$) от подвижности спермиев у животных с группой крови А и на 6,73% меньше ($P < 0,001$) от активности спермиев котов с группой крови В. Концентрация по всем эякулятам была от 78 до 425 млн/мл. Наибольшая концентрация спермиев была у котов с группой крови АВ, что на 0,64 млн/мл больше от группы крови В и на 32,57 млн/мл больше ($P < 0,01$) от котов с группой крови А. Наибольшее количество патологических форм спермиев установлено нами у котов с группой крови АВ, что на 4,34% больше ($P < 0,05$) от группы крови А и на 5,15% больше ($P < 0,05$) от котов с группой крови В. Полученные данные позволяют заключить, что для создания криобанков спермопродукции наиболее желательны коты с группой крови А или В. Подвижность спермиев котов после оттаивания была у особей с группой крови А, что на 1,93% больше ($P < 0,05$) от животных с

группой крови В и на 5,55% больше ($P<0,01$) от животных с группой крови АВ. Полученные данные позволяют утверждать, что физиологическая полноценность половых клеток котов российской селекции лучше у котов с группой крови А или В. Переживаемость половых клеток котов российской селекции при температуре 38°C после размораживания была наибольшей у животных с группой крови А, что на 0,41 часа больше ($P<0,05$) от группы крови В и на 0,68 часа больше ($P<0,001$) от животных группы крови АВ. **Ключевые слова:** сперма, криоконсервирование, домашний кот, физиология, антигенный профиль эритроцитов.

PHYSIOLOGICAL FEATURES OF NATIVE AND CANNED SPERM OF CATS WITH DIFFERENT ANTIGENIC PROFILE OF ERYTHROCYTES

*Petryaeva A.V., *Vatnikov Yu.A., ***Tkachev A.V., **Tkacheva O.L.

*Peoples Friendship University of Russia, Moscow, Russian Federation

**Russian State Agrarian University — Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

*The presence of antisperm antibodies in the blood and secretions of the genital tract can inhibit the interaction of spermatozoa with eggs, and they can inhibit the development of zygotes after fertilization. Therefore, the identification and study of antigens that can reduce reproductive function is of great importance for understanding their relationship with infertility and with antisperm antibodies. The physiological features of native and frozen-thawed sperm of cats with different antigenic profile of erythrocytes by blood groups were established. The mobility of native spermatozoa was the lowest in cats of blood group AB, which is 6.45% less ($P<0.001$) than the mobility of spermatozoa in animals with blood group A and 6.73% less ($P<0.001$) than the activity of spermatozoa in cats with the blood group blood B. The concentration in all ejaculates was from 78 to 425 million / ml. The highest sperm concentration was in cats with blood type AB, which is 0.64 million/ml more than in blood group B and 32.57 million/ml more ($P<0.01$) in cats with blood type A. The largest number of pathological forms of spermatozoa were found by us in cats with blood type AB, which is 4.34% more ($P<0.05$) from blood group A and 5.15% more ($P<0.05$) from cats with blood type B. The data obtained allow us to conclude that for the creation of cryobanks of sperm production, cats with blood type A or B are most desirable. blood group B and 5.55% more ($P<0.01$) from animals with blood group AB. The data obtained allow us to state that the physiological usefulness of germ cells of cats of Russian selection is better in cats with blood type A or B. hours more ($P<0.05$) from blood group B and 0.68 hours more ($P<0.001$) from animals of blood group AB. **Key-words:** semen, cryopreservation, domestic cat, physiology, antigenic profile of erythrocytes.*

Введение. Наличие в крови и выделениях половых путей антиспермальных антител может ингибировать взаимодействие сперматозоидов с яйцеклетками, и они могут ингибировать развитие зигот после оплодотворения. Поэтому идентификация и исследование антигенов, которые могут снижать репродуктивную функцию, имеет большое значение для понимания их родственной связи с бесплодием и с антиспермальными антителами. Взаимодействие между антителами и некоторыми антигенными фрагментами мембраны клеток может рассматриваться как основная причина иммунного бесплодия, поскольку живые сперматозоиды теряют способность проникать через плазмалемму яйцеклетки. С другой стороны, детальное знание природы антигенов сперматозоидов и других клеток организма, участвующих в иммунных реакциях, может быть полезно при разработке технологии противозачаточной вакцинации, основанной на специфичных для сперматозоидов компонентах, для регуляции фертильности в популяциях домашних и диких животных [1, 2].

Использование антигенных коктейлей спермы, приготовленных из цельных образцов спермы, для иммуоконтрацептивных целей неприемлемо из-за сообщений о реакциях гиперчувствительности к компонентам семенной плазмы и молекулярной мимикрии с различными соматическими клетками [3].

Наличие антиспермальных антител и антигенов несмотря на присутствие в организме в течение многих лет не оказывает никакого вредного воздействия на организм, за исключением их бесплодия. Однако следует помнить, что не все антиспермальные антитела и антигены изменяют функцию сперматозоидов либо потому, что родственный антиген не участвует в процессе оплодотворения, либо потому, что антитела не связываются с функциональным доменом антигена. Из моноклональных антител хорошо известно, что область, связывающая антитело с антигеном, может отличаться от области, активной в метаболических процессах [3-4].

Таким образом, выбор определенного антигена для сперматозоидов для разработки противозачаточной вакцины ограничен его специфичностью, участием в процессе оплодотворения и его способностью индуцировать высокий титр специфичных к сперматозоидам антител в половых путях.

Другой важной антигенной реакцией несовместимости, особенно важной для заводчиков, является неонатальный изоэритролиз. Неонатальный изоэритролиз у кошек, также называемый синдромом угасающего котенка, представляет собой растворение красных кровяных телец из-за несовместимости групп крови у матери и ее котят. В племенных питомниках неонатальный изоэритролиз может возникнуть у первенцев и многоплодных маток с группой крови В, если их спаривают с кошками, имеющими группы крови А или АВ. Анемия, выделение белка с мочой и желтуха являются последствиями, так что котята обычно умирают в течение первой недели жизни [4-5].

Поверхностные антигены, определяющие группу крови, влияют на естественную резистентность людей ко многим инфекционным заболеваниям. Исследования показали, что люди с группой крови АВ наиболее чувствительны к инфекционным заболеваниям, поскольку они несут все антигены на своих клетках. В ветеринарной медицине исследования показали, что инфекционный перитонит кошек (FIP) чаще встречается у чистокровных кошек, таких как абиссинская, бенгальская, бирманская, гималайская, рэгдолл и рекс. Сегодня корреляция между группой крови и предрасположенностью к инфекционным заболеваниям, вызываемым бактериями или вирусами у кошек (например, FIVE, FeLV, или FIP), все чаще описывается в англоязычных изданиях [5].

В современной физиологии котов недостаточно внимания уделяется изучению влияния антигенного профиля эритроцитов на физиологические особенности эякулятов до и после замораживания. В доступной русскоязычной литературе нам не удалось найти подобных публикаций. Установлены лишь отдельные физиологические особенности нативной спермы домашних и диких кошачьих в России [6-7].

Цель: изучить физиологические особенности нативной и деконсервированной спермы котов с разным антигенным профилем эритроцитов.

Материалы и методы исследований. Исследование выполняли с 2017 по 2022 гг. в Москве и Московской области. В работе использовали 21 племенного половозрелого кота в возрасте от 2 до 8 лет, которые принадлежали к 5 различным породам (Бенгальская порода – 5 голов, Британская короткошерстная – 5 голов, Сибирская порода – 6 голов, Мейн-кун – 5 голов, Сфинкс – 5 голов). Образцы спермы были собраны у каждого самца с использованием стандартизированной процедуры электроэякуляции. Электроэякуляцию осуществляли с помощью Electro Ejaculator e320 (Minitube, Tiefenbach, Germany) после введения ректального зонда диаметром 0,95 см [8].

Группы крови котов определяли с помощью тест-полосок QuickTest DME VET A+B.



Рисунок 1 – Определение групп крови котов экспресс-методом

Оценка, разбавление, охлаждение и криоконсервирование спермы *Felis catus* выполняли по модифицированной нами Харьковской технологии [6-7] с применением разрабатываемого нами разбавителя, состав которого является коммерческой тайной. В свежеполученном и размороженном семени котов общепринятыми методиками [6-7] определяли: объем эякулята домашнего кота в см³ в стеклянной мерной пробирке; подвижность сперматозоидов в процентах (10% соответствует 1 баллу половых клеток с прямолинейно-поступательным движением), патологические формы половых клеток домашнего кота в процентах, по визуальной технологии с применением светового микроскопирования Jenaval (Carl Zeiss, Германия) с зумом объектива 10-20×; концентрацию половых клеток определяли в см³ каждой пробы спермы с применением камеры Горяева; переживаемость половых клеток эякулята котов определяли в часах после размещения оттаянных проб семени в суховоздушный термостат 38°C.

Математико-статистические расчеты результатов ветеринарно-физиологических исследований осуществляли по общепринятым формулам критерия Стьюдента в компьютерной программе SPSS for Windows (IBM, USA).

Результаты исследований. По результатам исследований установлено, что наибольший объем эякулята у котов российской селекции был у группы крови АВ, что на 0,02 см³ больше от котов с группой крови А и на 0,2 см³ больше от котов с группой крови В (таблица 1).

Таблица 1 - Физиологические особенности нативной и деконсервированной спермы котов с разным антигенным профилем эритроцитов по группам крови

Показатель спермы	Группа крови котов		
	A (n=828)	B (n=648)	AB (n=201)
свежеполученная сперма			
Объем эякулята, см ³	0,67±0,01	0,49±0,01*	0,69±0,02
Подвижность спермиев, %	61,1±0,4	61,38±0,51	54,65±0,69***
Концентрация спермиев, млн/мл	262,81±3,41	294,71±3,82**	295,38±5,39**
Патологические формы спермиев, %	29,16±0,25	28,35±0,32	33,5±0,89*
деконсервированная сперма			
Подвижность спермиев, %	32,83±0,52	30,9±0,69*	27,28±0,79**
Переживаемость спермиев при 38°C, часов	3,33±0,05	2,92±0,06*	2,65±0,09***

Примечания: * $P<0,05$, ** $P<0,01$, *** $P<0,001$ в сравнении с группой крови А.

Анализируя данные таблицы, можно заключить, что наилучшие показатели нативной и деконсервированной спермы были у котов с группой крови А. Подвижность нативных спермиев была наименьшей у котов группы крови АВ, что на 6,45% меньше ($P<0,001$) от подвижности спермиев у животных с группой крови А и на 6,73% меньше ($P<0,001$) от активности спермиев котов с группой крови В. Подвижность спермиев является одним из наиболее важных показателей, который характеризует функциональные возможности половых клеток самцов.

Важной физиологической характеристикой нативной спермы является концентрация половых клеток в мл эякулята, так как чем выше концентрация, тем больше спермодоз можно подвергнуть криоконсервированию [9-10]. Концентрация по всем эякулятам была от 78 до 425 млн/мл. Наибольшая концентрация спермиев была у котов с группой крови АВ, что на 0,64 млн/мл больше от группы крови В и на 32,57 млн/мл больше ($P<0,01$) от котов с группой крови А.

Физиологические особенности количества патологических форм спермиев играют большое значение для оценки функционального состояния репродуктивной функции в целом и характеристики завершенности сперматогенеза в частности [9-10]. Как показали полученные нами данные, домашние коты как вид характеризуются высоким количеством патологических форм спермиев – более 25% в среднем, что согласуется с данными зарубежных исследователей [9-10].

Наибольшее количество патологических форм спермиев установлено нами у котов с группой крови АВ, что на 4,34% больше ($P<0,05$) от группы крови А и на 5,15% больше ($P<0,05$) от котов с группой крови В. Полученные данные позволяют заключить, что для создания криобанков спермопродукции наиболее желательны коты с группой крови А или В.

Далее для более объективной оценки физиологических особенностей и завершенности сперматогенеза были проведены исследования физиологической криорезистентности семени котов российской селекции в зависимости от антигенного профиля эритроцитов.

Подвижность спермиев котов после оттаивания была у особей с группой крови А, что на 1,93% больше ($P<0,05$) от животных с группой крови В и на 5,55% больше ($P<0,01$) от животных с группой крови АВ. Полученные данные позволяют утверждать, что физиологическая полноценность половых клеток котов российской селекции лучше у котов с группой крови А или В. Подвижность спермиев после оттаивания является одним из главных показателей, по которым можно характеризовать физиологическую криорезистентность спермы, то есть ее способность выдерживать процесс замораживания-оттаивания.

Переживаемость половых клеток котов российской селекции при температуре 38°C после размораживания была наибольшей у животных с группой крови А, что на 0,41 часа больше ($P<0,05$) от группы крови В и на 0,68 часа больше ($P<0,001$) от животных группы крови АВ. Переживаемость спермиев вне организма при температуре тела является важным показателем, по которому можно характеризовать физиологические возможности спермиев достичь яйцеклетки.

Таким образом, нами показаны физиологические особенности нативной и деконсервированной спермы котов российской селекции в зависимости от антигенного профиля эритроцитов по группам крови и определено, что наиболее желательными для создания криобанков семени являются коты с группой крови А или В.

Закключение. Установлены физиологические особенности нативной и замороженно-оттаянной спермы котов с разным антигенным профилем эритроцитов по группам крови. Подвижность нативных спермиев была наименьшей у котов группы крови АВ, что на 6,45% меньше ($P<0,001$) от подвижности спермиев у животных с группой крови А и на 6,73% меньше ($P<0,001$) от активности спермиев котов с группой крови В. Концентрация по всем эякулятам была от 78 до 425 млн/мл. Наибольшая концентрация спермиев была у котов с группой крови АВ, что на 0,64 млн/мл

больше от группы крови В и на 32,57 млн/мл больше ($P<0,01$) от котов с группой крови А. Наибольшее количество патологических форм спермиев установлено нами у котов с группой крови АВ, что на 4,34% больше ($P<0,05$) от группы крови А и на 5,15 % больше ($P<0,05$) от котов с группой крови В. Полученные данные позволяют заключить, что для создания криобанков спермопродукции наиболее желательны коты с группой крови А или В. Подвижность спермиев котов после оттаивания была у особей с группой крови А, что на 1,93% больше ($P<0,05$) от животных с группой крови В и на 5,55% больше ($P<0,01$) от животных с группой крови АВ. Полученные данные позволяют утверждать, что физиологическая полноценность половых клеток котов российской селекции лучше у котов с группой крови А или В. Переживаемость половых клеток котов российской селекции при температуре 38°C после размораживания была наибольшей у животных с группой крови А, что на 0,41 часа больше ($P<0,05$) от группы крови В и на 0,68 часа больше ($P<0,001$) от животных группы крови АВ.

Conclusion. The physiological features of native and frozen-thawed sperm of cats with different antigenic profile of erythrocytes by blood groups were established. The mobility of native spermatozoa was the lowest in cats of blood group AB, which is 6.45% less ($P<0.001$) than the mobility of spermatozoa in animals with blood group A and 6.73% less ($P<0.001$) than the activity of spermatozoa in cats with the blood group blood B. The concentration in all ejaculates was from 78 to 425 million / ml. The highest sperm concentration was in cats with blood type AB, which is 0.64 million/ml more than in blood group B and 32.57 million/ml more ($P<0.01$) in cats with blood type A. The largest number of pathological forms of spermatozoa were found by us in cats with blood type AB, which is 4.34% more ($P<0.05$) from blood group A and 5.15% more ($P<0.05$) from cats with blood type B. The data obtained allow us to conclude that for the creation of cryobanks of sperm production, cats with blood type A or B are most desirable. blood group B and 5.55% more ($P<0.01$) from animals with blood group AB. The data obtained allow us to state that the physiological usefulness of germ cells of cats of Russian selection is better in cats with blood type A or B. hours more ($P<0.05$) from blood group B and 0.68 hours more ($P<0.001$) from animals of blood group AB.

Список литературы. 1. *Feline transfusion medicine. Blood types and their clinical importance* / M. E. Griot-Wenk, U. Giger // *Vet. Clin. Small Anim. Pract.* – 1995. – Vol. 25. – P. 1305–1322. – DOI: 10.1016/s0195-5616(95)50156-1. 2. *Feline Blood Groups: A Systematic Review of Phylogenetic and Geographical Origin* / A. Gavazza [et al.] // *Animals (Basel)*. – 2021. – Nov. 23. – Vol. – 11(12). – P. 3339–3351. – DOI: 10.3390/ani11123339. 3. *A newly recognized blood group in domestic shorthair cats: The Mik red cell antigen* / N.M. Weinstein [et al.] // *J. Vet. Intern. Med.* – 2007. – Vol. 21. – P. 287–292. – DOI: 10.1111/j.1939-1676.2007.tb02962.x. 4. *Identification of 5 novel feline erythrocyte antigens based on the presence of naturally occurring alloantibodies* / M. Binvel [et al.] // *J. Vet. Intern. Med.* – 2021. – Vol. 35. – P. 234–244. DOI: 10.1111/jvim.16010. 5. *Abegaz, S.B. Human ABO Blood Groups and Their Associations with Different Diseases* / S.B. Abegaz // *Bio. Med. Res. Int.* – 2021. – Jan 23. – Vol. 2021. – P. 6629060. 6. *Криоконсервация эпидидимального семени домашнего кота* / С. Я. Амстиславский [и др.] // *Вавиловский журнал генетики и селекции*. – 2017. – № 21(6). – С. 646-650. – DOI:10.18699/VJ17.281. 7. *Ивакина, С. Р. Физиологические особенности нативной спермы котов различных пород* / С. Р. Ивакина, А. В. Ткачев // *Международный вестник ветеринарии*. – 2021. – № 1. – С. 328–332. 8. *Попов, И. В. Развернутый обзор применения метода электроякуляции у различных видов животных* / И. В. Попов, П. В. Аксенова, Е. В. Карташова // *Ветеринарная патология*. – 2020. – № 3(73). – С. 3-15. – DOI:10.25690/VETPAT.2020.11.99.001. 9. *Cytidine monophospho-N-acetylneuraminic acid hydroxylase (CMAH) mutations associated with the domestic cat AB blood group*. / B. Bighignoli [et al.] // *BMC Genetics*. – 2007. – Vol. 8. – P. 27. – DOI: 10.1186/1471-2156-8-27. 10. *Feline blood genotyping versus phenotyping, and detection of non-AB blood type incompatibilities in UK cats* / S. Tasker [et al.] // *Journal of Small Animal Practice*. – 2014. – Vol. 55. – P. 185-189. – DOI:10.1111/jsap.12180.

References. 1. *Feline transfusion medicine. Blood types and their clinical importance* / M. E. Griot-Wenk, U. Giger // *Vet. Clin. Small Anim. Pract.* – 1995. – Vol. 25. – P. 1305–1322. – DOI: 10.1016/s0195-5616(95)50156-1. 2. *Feline Blood Groups: A Systematic Review of Phylogenetic and Geographical Origin* / A. Gavazza [et al.] // *Animals (Basel)*. – 2021. – Nov. 23. – Vol. – 11(12). – P. 3339–3351. – DOI: 10.3390/ani11123339. 3. *A newly recognized blood group in domestic shorthair cats: The Mik red cell antigen* / N.M. Weinstein [et al.] // *J. Vet. Intern. Med.* – 2007. – Vol. 21. – P. 287–292. – DOI: 10.1111/j.1939-1676.2007.tb02962.x. 4. *Identification of 5 novel feline erythrocyte antigens based on the presence of naturally occurring alloantibodies* / M. Binvel [et al.] // *J. Vet. Intern. Med.* – 2021. – Vol. 35. – P. 234–244. DOI: 10.1111/jvim.16010. 5. *Abegaz, S.B. Human ABO Blood Groups and Their Associations with Different Diseases* / S.B. Abegaz // *Bio. Med. Res. Int.* – 2021. – Jan 23. – Vol. 2021. – P. 6629060. 6. *Kriokonservaciya epididimal'nogo semeni domashnego kota* / S. YA. Amstislavskij [i dr.] // *Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii*. – 2017. – № 21(6). – S. 646-650. – DOI:10.18699/VJ17.281. 7. *Ivakina, S. R. Fiziologicheskie osobennosti nativnoj spermy kotov razlichnyh porod* / S. R. Ivakina, A. V. Tkachev // *Mezhdunarodnyj vestnik veterinarii*. – 2021. – № 1. – S. 328–332. 8. *Popov, I. V. Razvernutyj obzor primeneniya metoda elektroeyakulyacii u razlichnyh vidov zhivotnyh* / I. V. Popov, P. V. Akse nova, E. V. Kartashova // *Veterinarnaya patologiya*. – 2020. – № 3(73). – S. 3-15. – DOI:10.25690/VETPAT.2020.11.99.001. 9. *Cytidine monophospho-N-acetylneuraminic acid hydroxylase (CMAH) mutations associated with the domestic cat AB blood group*. / B. Bighignoli [et al.] // *BMC Genetics*. – 2007. – Vol. 8. – P. 27. – DOI: 10.1186/1471-2156-8-27. 10. *Feline blood genotyping versus phenotyping, and detection of non-AB blood type incompatibilities in UK cats* / S. Tasker [et al.] // *Journal of Small Animal Practice*. – 2014. – Vol. 55. – P. 185-189. – DOI:10.1111/jsap.12180.

Поступила в редакцию 06.03.2023.

УРОВЕНЬ ЭКСПРЕССИИ ГЕНОВ ПРО- И ПРОТИВОВОСПАЛИТЕЛЬНЫХ ЦИТОКИНОВ В КРОВИ КОРОВ ПРИ ГИПОФУНКЦИИ ЯИЧНИКОВ И ПРИМЕНЕНИИ ПРЕПАРАТА НА ОСНОВЕ ГМ-КСФ**Степанов Е.М. ORCID ID 0000-0002-4068-7148, Михалёв В.И. ORCID ID 0000-0001-9684-4045, Пасько Н.В. ORCID ID 0000-0003-0513-7252**

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

*В статье представлены материалы изучения уровня экспрессии генов про- и противовоспалительных цитокинов в крови коров при гипофункции яичников и применении препарата на основе гм-ксф (гранулоцитарно-макрофагальный колониестимулирующий фактор). Установлено, что нарушения функциональной активности половых гонад у коров происходят на фоне повышения относительного уровня экспрессии генов провоспалительных цитокинов (ИЛ-1 β – в 1,56 и 2,11 раза, ИЛ-2 – в 1,41 и 2,29 раза, ФНО α – на 19,5 и 48,8%) при одновременном снижении противовоспалительных (ИЛ-4 – на 27,6 и 37,9%, ИЛ-10 – на 8,3 и 36,1%). Нарушение равновесия между уровнем экспрессии про- и противовоспалительных цитокинов в крови коров является одним из этиологических факторов, приводящих к гормональному дисбалансу и развитию гипофункциональных расстройств яичников. Введение коровам препарата на основе гм-ксф при осеменении однократно в дозе 5,0 мл для нормализации функциональной деятельности яичников при их гипофункциональном состоянии с явлениями ановуляции способствовало снижению уровня экспрессии ИЛ-1 β на 27,3%, ИЛ-2 – на 16,7%, ФНО α – на 8,2%, при повышении экспрессии ИЛ-4 – на 4,8%, ИЛ-10 – на 6,1%, что обеспечило клиническую эффективность 86,7%. Применение коровам препарата на основе гм-ксф при гипофункции яичников, проявляющейся анафродизией, двукратно с интервалом 7 дней в дозе 10,0 мл обеспечило снижение уровня экспрессии ИЛ-1 β в 1,9 раза, ИЛ-2 – на 38,5%, ФНО α – на 14,8%, при повышении ИЛ-4 – на 11,1%, ИЛ-10 – на 39,1% и клиническую эффективность 90,0%. **Ключевые слова:** коровы, гипофункция яичников, ановуляция, анафродизия, гранулоцитарно-макрофагальный колониестимулирующий фактор, экспрессия генов.*

EXPRESSION LEVEL OF GENES OF PRO- AND ANTI-INFLAMMATORY CYTOKINES IN THE BLOOD OF COWS WITH OVARIAN HYPOFUNCTION AND THE USE OF DRUG BASED ON GM-CSF**Stepanov E.M., Mikhalev V.I., Pasko N.V.**FSBSI "All-Russian Veterinary Research Institute of Pathology, Pharmacology and Therapy",
Voronezh, Russian Federation

*The article presents the material for studying the expression level of pro- and anti-inflammatory cytokine genes in the blood of cows with ovarian hypofunction and the use of the drug based on gm-csf (granulocyte-macrophage colony-stimulating factor). It has been established that disorders in the functional activity of the genital gonads in cows occur against the background of an increase in the relative expression level of genes of pro-inflammatory cytokines (IL-1 β - by 1.56 and 2.11 times, IL-2 - by 1.41 and 2.29 times, TNF α - by 19.5 and 48.8%), while reducing anti-inflammatory ones (IL-4 - by 27.6 and 37.9%, IL-10 - by 8.3 and 36.1%). An imbalance between the expression level of pro- and anti-inflammatory cytokines in the blood of cows is one of the etiological factors leading to hormonal imbalance and the development of hypofunctional ovarian disorders. The administration of a drug based on gm-csf to cows during insemination once at a dose of 5.0 ml to normalize the functional activity of the ovaries in case of their hypofunctional state with anovulation phenomena contributed to a decrease in the expression level of IL-1 β by 27.3%, IL-2 – by 16.7%, TNF α – by 8.2%, with an increase in the expression of IL-4 by 4.8%, IL-10 – by 6.1%, which ensured a clinical efficacy of 86.7%. The use of a drug based on gm-csf in the cows with ovarian hypofunction, manifested by anaphrodisia, twice with an interval of 7 days at a dose of 10.0 ml provided a decrease in the expression level of IL-1 β - by 1.9 times, IL-2 – by 38.5%, TNF α – by 14.8%, with an increase in IL-4 - by 11.1%, IL-10 – by 39.1% and a clinical efficacy of 90.0%. **Keywords:** cows, ovarian hypofunction, anovulation, anaphrodisia, granulocyte-macrophage colony-stimulating factor, gene expression.*

Введение. В условиях современного ведения молочного животноводства особую актуальность приобретают вопросы сохранения репродуктивного здоровья высокопродуктивного скота. При производстве молока на промышленной основе возрастает степень воздействия различных стресс-факторов на организм коров, приводящих к снижению их репродуктивного потенциала. Поэтому отмечается тенденция возрастания процента симптоматического бесплодия среди коров крупных молочных комплексов [1, 2].

Среди гинекологических заболеваний коров доминирующее место занимают дисфункциональные расстройства яичников, особенно гипофункция. В большинстве случаев гипофункция у молочных коров сопровождается анафродизией. Частота распространения данной формы гипофункциональных расстройств яичников составляет 15,5-75,4%. При этом коровы-первотелки наиболее подвержены данной патологии, чем взрослые животные. Еще одной из наиболее распространенных

форм гипофункциональных расстройств является гипофункция, сопровождающаяся задержкой или отсутствием овуляции (ановуляция), которая диагностируется у 40,1-62,5% [3, 4].

В основе развития гипофункции яичников у коров лежит гормональный дисбаланс. При этом, помимо половых стероидов, которым раньше отводилась главенствующая роль, в развитии гипофункциональных расстройств принимают участие соматотропный гормон, тироксин, инсулиноподобный фактор роста, фактор некроза опухолей, интерлейкины и др. [5, 6].

Супрессия овуляторной функции яичников у коров характеризуется нарушением конвертации дегидроэпиандростерона в тестостерон и 17β -эстрадиол. Формирование послеродовой овариальной недостаточности у высокопродуктивных коров связано не только с пониженной продукцией гонадотропных гормонов, повышенным печеночным метаболизмом стероидных гормонов, но и с ингибированием активности яичниковых дегидрогеназ и ароматаз, контролирующих синтез и продукцию половых стероидов [7, 8].

При гипофункции яичников, проявляющейся анафродизией, гормонально-циткиновый профиль характеризуется низким содержанием половых стероидов - в 1,87-7,92 раза, противовоспалительных циткинов - на 28,7-29,2% при повышении уровня провоспалительных на 50,2-74,3% [9, 10]. Поэтому изучение роли циткинов в этиологии гипофункциональных расстройств яичников является актуальной задачей акушерской науки.

Цель исследований – изучить уровень экспрессии генов про- и противовоспалительных циткинов в крови коров при гипофункции яичников и применении препарата на основе гм-ксф.

Материалы и методы исследований. Исследования проведены в ООО СП «Вязноватовка» Нижнедевицкого района Воронежской области на коровах-помесях черно-пестрой и голштинофризской породы с годовой молочной продуктивностью 6000-7000 кг. Объектом исследования служили бесплодные коровы через 45-60 дней после отела, которые по принципу аналогов были разделены на три группы: с полноценным проявлением половых циклов ($n=5$), с гипофункцией яичников, сопровождающейся ановуляцией ($n=5$), с гипофункцией яичников, сопровождающейся анафродизией ($n=5$). Диагноз на гипофункцию ставили на основании результатов анамнеза и клинико-эхографических данных в соответствии с «Методическим пособием по профилактике бесплодия у высокопродуктивного молочного скота» (Воронеж, 2010). От животных, включенных в опыт, отобраны пробы крови для определения уровня экспрессии генов провоспалительных (ИЛ-1 β , ИЛ-2, ФНО α) и противовоспалительных (ИЛ-4, ИЛ-10) циткинов. Выделение РНК из крови проводили, используя набор РНК-Экстран (Синтол, Россия). При проведении реакции обратной транскрипции для получения кДНК использовали амплификатор «Терцик» («НПО ДНК-Технология», Россия) с применением набора реактивов MMLVRTkit («Евроген», Россия). В дальнейшем проводилась ПЦР-реакция с учётом праймеров для интерлейкинов. Полимеразная цепная реакция проведена на детектирующем амплификаторе «ДТлайт» (ООО «НПО ДНК-Технология», Россия) с готовой коммерчески доступной смесью для PCR 5X qPCRmix-HSLOWROX (Евроген, Россия). Изучение влияния препарата на основе гм-ксф для коррекции функциональной активности яичников на изменение уровня экспрессии генов проведено на 36 коровах, разделенных по принципу аналогов на три группы. Коровам первой группы ($n=12$) однократно при осеменении вводили препарат на основе гм-ксф в дозе 5,0 мл, второй ($n=12$) – двукратно с интервалом 7 дней в дозе 10,0 мл через 45-60 дней после отела, третьей ($n=12$) – препараты не назначали, и они служили в качестве отрицательного контроля. От животных, включенных в опыт, по 5 из каждой группы отобраны пробы крови до и после введения препарата для изучения уровня экспрессии генов. Полученный при проведении исследований цифровой материал обрабатывали статистически с применением компьютерной программы Microsoft Excel.

Результаты исследований. Установлено (рисунок 1), что уровень экспрессии ИЛ-1 β в крови коров с гипофункциональным состоянием яичников, сопровождающимся явлениями ановуляции, выше в 1,56 раза ($P<0,01$), с гипофункцией яичников, сопровождающейся анафродизией – в 2,11 раза ($P<0,002$). Применение препарата, содержащего в своем составе гм-ксф, способствовало снижению относительного уровня экспрессии генов ИЛ-1 β в крови коров с гипофункциональным состоянием, в том числе при гипофункции яичников с явлениями ановуляции на 27,3%, с явлениями анафродизии – в 1,9 раза ($P<0,01$). Введение препарата на основе гм-ксф обеспечило снижение экспрессии генов ИЛ-1 β до уровня, свойственного животным, проявляющим полноценную половую цикличность.

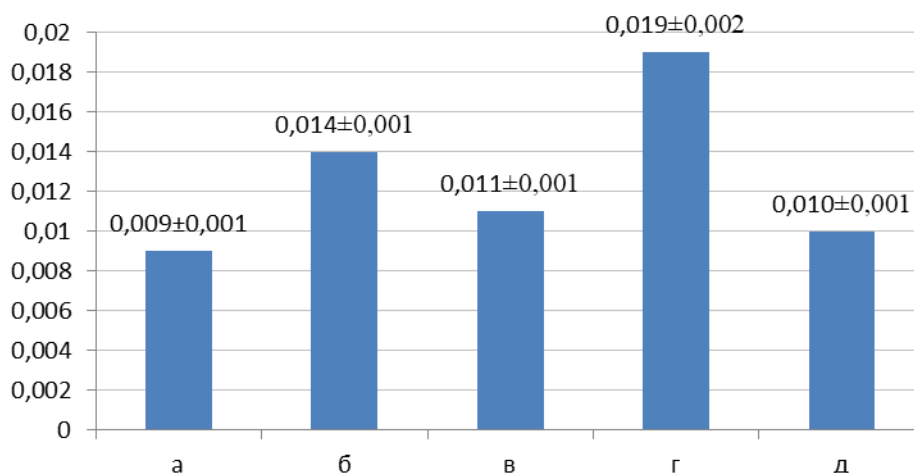
ИЛ-1 β 

Рисунок 1 - Относительный уровень экспрессии генов ИЛ-1 β у коров, проявляющих половую цикличность, с гипофункциональным состоянием половых гонад и при применении препарата на основе гм-ксф (а – полноценное проявление половых циклов; б – гипофункция с явлениями ановуляции; в – после применения препарата на основе гм-ксф; г – гипофункция, сопровождающаяся анафродизией; д - после применения препарата на основе гм-ксф)

Уровень экспрессии генов ИЛ-2 (рисунок 2) у коров с полноценными половыми циклами составляет $0,017 \pm 0,001$. При развитии гипофункции яичников, сопровождающейся отсутствием овуляции фолликулов, относительная экспрессия ИЛ-2 выше в 1,41 раза ($P < 0,02$), по сравнению с коровами, проявляющими половую цикличность, при гипофункции яичников, протекающих на фоне анафродизии, – в 2,29 раза ($P < 0,001$). Введение коровам препарата на основе гм-ксф при осеменении однократно в дозе 5,0 мл способствовало снижению относительного уровня экспрессии ИЛ-2 на 16,7% и клинической эффективности 86,7%. Применение коровам препарата, содержащего гм-ксф, при гипофункции яичников, проявляющейся анафродизией, двукратно с интервалом 7 дней в дозе 10,0 мл обеспечило снижение уровня экспрессии ИЛ-2 на 38,5% ($P < 0,001$) и эффективность – 90,0%.

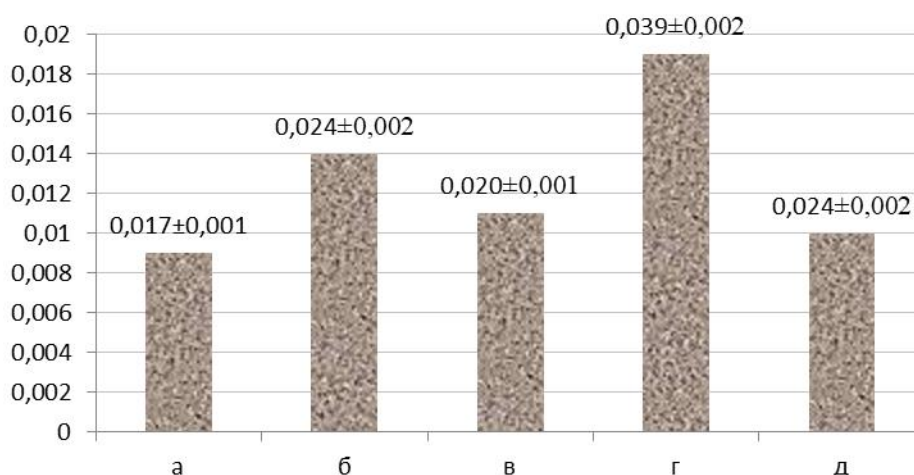
ИЛ-2

Рисунок 2 - Относительный уровень экспрессии генов ИЛ-2 у коров, проявляющих половую цикличность, с гипофункциональным состоянием половых гонад и при применении препарата на основе гм-ксф (а – полноценное проявление половых циклов; б – гипофункция с явлениями ановуляции; в – после применения препарата на основе гм-ксф; г – гипофункция, сопровождающаяся анафродизией; д - после применения препарата на основе гм-ксф)

Относительный уровень экспрессии ФНО α в крови коров, проявляющих половую цикличность, с гипофункцией яичников и при применении препарата на основе гм-ксф представлен на рисунке 3.

Установлено, что экспрессия генов провоспалительного цитокина ФНО α при развитии гипофункции превышает аналогичные показатели коров с полноценными половыми циклами, в том числе при гипофункции яичников, протекающих с явлениями ациклии, на 19,5% ($P<0,05$), гипофункции яичников, сопровождающейся анафродизией – на 48,8% ($P<0,01$). Восстановление функциональной активности яичников при гипофункции с явлениями ациклии с применением препарата на основе гм-ксф происходит на фоне снижения уровня экспрессии генов ФНО α на 8,2%, при гипофункции с явлениями анафродизии – на 14,8%.

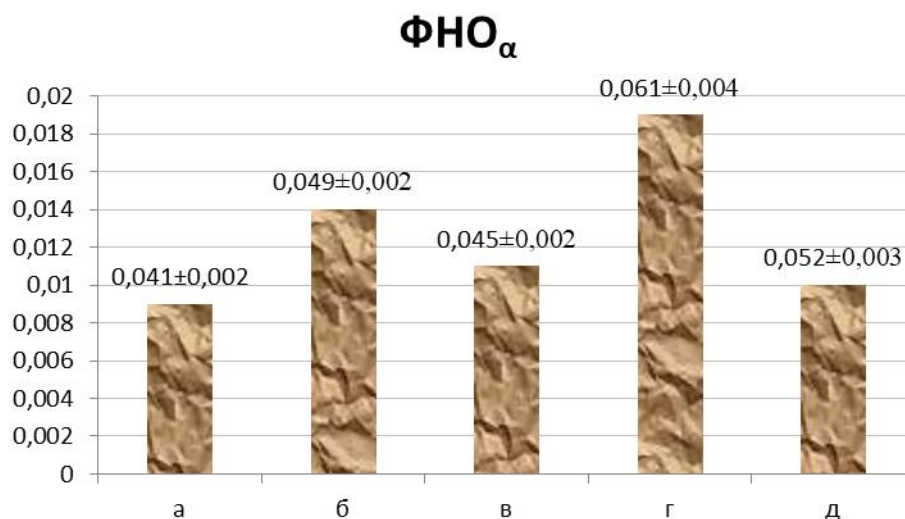


Рисунок 3 - Относительный уровень экспрессии генов ФНО- α у коров, проявляющих половую цикличность, с гипофункциональным состоянием половых гонад и при применении препарата на основе гм-ксф (а – полноценное проявление половых циклов; б – гипофункция с явлениями ановуляции; в – после применения препарата на основе гм-ксф; г – гипофункция, сопровождающаяся анафродизией; д - после применения препарата на основе гм-ксф)

Уровень относительной экспрессии генов ИЛ-4 у коров с гипофункцией яичников, сопровождающейся ановуляцией, ниже на 27,6% ($P<0,01$), по сравнению с животными с полноценными половыми циклами, а у животных с гипофункцией половых гонад на фоне анафродизии – на 37,9% ($P<0,002$) (рисунок 4). Применение коровам препарата, содержащего в своем составе гм-ксф, при гипофункциональном состоянии половых гонад привело к повышению экспрессии генов ИЛ-4 на 4,8 и 11,1%.

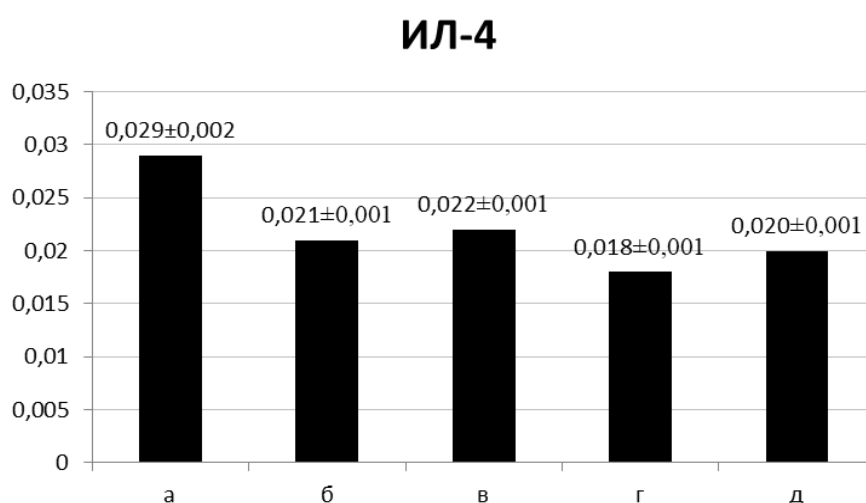


Рисунок 4 - Относительный уровень экспрессии генов ИЛ-4 у коров, проявляющих половую цикличность, с гипофункциональным состоянием половых гонад и при применении препарата на основе гм-ксф (а – полноценное проявление половых циклов; б – гипофункция с явлениями ановуляции; в – после применения препарата на основе гм-ксф; г – гипофункция, сопровождающаяся анафродизией; д - после применения препарата на основе гм-ксф)

Результаты изучения уровня экспрессии генов ИЛ-10 в крови коров с различным функциональным состоянием половых гонад и на фоне применения препарата на основе гм-ксф представлены на рисунке 5. Установлено, что экспрессия генов ИЛ-10 у коров с гипофункцией яичников, сопровождающейся отсутствием овуляции, ниже на 8,3%, с гипофункцией яичников, сопровождающейся анафродизией, – на 36,1% ($P<0,001$). Нормализация функциональной деятельности яичников с применением препарата на основе гм-ксф происходила на фоне повышения уровня экспрессии генов противовоспалительного цитокина ИЛ-10 на 6,1 и 39,1% ($P<0,001$).

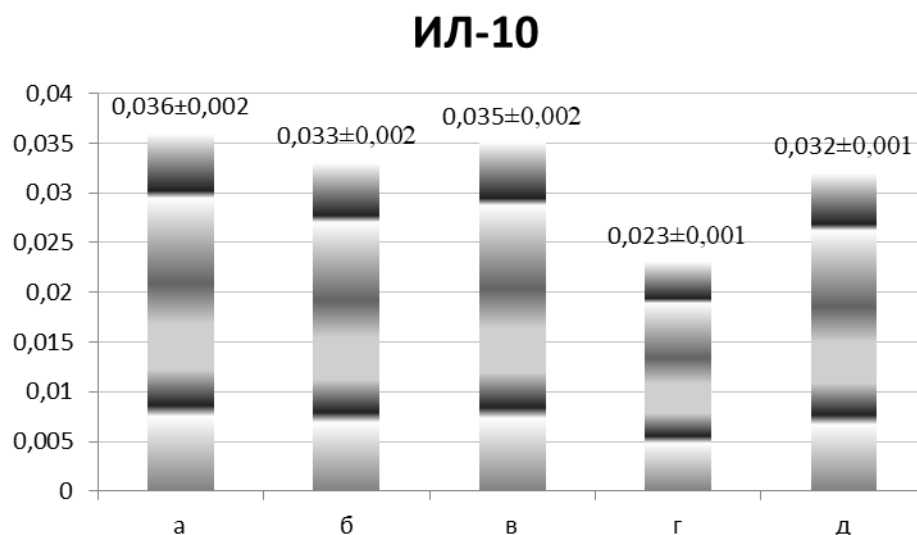


Рисунок 5 - Относительный уровень экспрессии генов ИЛ-10 у коров, проявляющих половую цикличность, с гипофункциональным состоянием половых гонад и при применении препарата на основе гм-ксф (а – полноценное проявление половых циклов; б – гипофункция с явлениями ановуляции; в – после применения препарата на основе гм-ксф; г – гипофункция, сопровождающаяся анафродизией; д - после применения препарата на основе гм-ксф)

Заключение. Нарушения функциональной активности половых гонад у коров происходят на фоне повышения относительного уровня экспрессии генов провоспалительных цитокинов (ИЛ-1 β , ИЛ-2, ФНО α) при одновременном снижении противовоспалительных (ИЛ-4, ИЛ-10). Относительная экспрессия генов ИЛ-1 β у коров с гипофункцией яичников, сопровождающейся ановуляцией или анафродизией, выше соответственно в 1,56 и 2,11 раза, по сравнению с животными, проявляющими полноценные половые циклы, ИЛ-2 – в 1,41 и 2,29 раза, ФНО α – на 19,5 и 48,8%. В то же время уровень экспрессии генов ИЛ-4 при гипофункциональных состояниях ниже на 27,6 и 37,9%, а ИЛ-10 – соответственно на 8,3 и 36,1%. Нарушение равновесия между уровнем экспрессии про- и противовоспалительных цитокинов в крови коров является одним из этиологических факторов, приводящих к гормональному дисбалансу и развитию гипофункциональных расстройств яичников.

Применение препарата на основе гм-ксф для нормализации функциональной деятельности яичников при их гипофункциональном состоянии с явлениями ановуляции способствует снижению уровня экспрессии ИЛ-1 β на 27,3%, ИЛ-2 – на 16,7%, ФНО α – на 8,2%, при повышении экспрессии ИЛ-4 – на 4,8%, ИЛ-10 – на 6,1%. Использование препарата, содержащего в своем составе гм-ксф, при гипофункции яичников с явлениями анафродизии обеспечивает снижение относительного уровня экспрессии ИЛ-1 β в 1,9 раза, ИЛ-2 – на 38,5%, ФНО α – на 14,8%, при повышении ИЛ-4 – на 11,1%, ИЛ-10 – на 39,1%, что обеспечивает его высокую клиническую эффективность – 86,7-90,0%.

Conclusion. Disorders in the functional activity of the genital gonads in cows occur against the background of an increase in the relative level of gene expression of pro-inflammatory cytokines (IL-1 β , IL-2, TNF α), with a simultaneous decrease in anti-inflammatory ones (IL-4, IL-10). The relative expression of IL-1 β genes in cows with ovarian hypofunction accompanied by anovulation or anaphrodisia is by 1.56 and 2.11 times higher, respectively, compared with the animals showing full sexual cycles, IL-2 – by 1.41 and 2.29 times, TNF α – by 19.5 and 48.8%. At the same time, the expression level of IL-4 genes in case of hypofunctional states is lower by 27.6 and 37.9%, and IL-10 – by 8.3 and 36.1%, respectively. An imbalance between the level of expression of pro- and anti-inflammatory cytokines in the blood of cows is one of the etiological factors leading to hormonal imbalance and the development of hypofunctional ovarian disorders.

The use of a drug based on gm-csf to normalize the functional activity of the ovaries in case of their hypofunctional state with anovulation phenomena helps to reduce the expression level of IL-1 β by 27.3%,

IL-2 - by 16.7%, TNF α - by 8.2%, with an increase in the expression of IL-4 - by 4.8%, IL-10 - by 6.1%. The use of a drug containing gm-csf in its composition in case of ovarian hypofunction with anaphrodisia provides a decrease in the relative level of expression of IL-1 β by 1.9 times, IL-2 – by 38.5%, TNF α - by 14.8%, with an increase in IL-4 – by 11.1%, IL-10 – by 39.1%, which ensures its high clinical efficacy – 86.7-90.0%.

Список литературы. 1. Нежданов, А. Г. Восстановление плодovitости коров при гипофункции яичников / А. Г. Нежданов, К. А. Лободин, Н. Е. Богданова // *Ветеринария*. – 2007. – №7. – С. 39–45. 2. Дорохова, Я. Д. Влияние препарата «Маримикс» на уровень кальция в крови коров с гипофункцией яичников / Я. Д. Дорохова, Н. Б. Баженова // *Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии*. – 2016. – №1. – С. 120-122. 3. Гавриченко, Н. И. Постэстральные маточные кровотечения : метаболический профиль крови и эндокринный статус коров / Н. И. Гавриченко // *Вестні нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Сер. аграрных навук*. – 2006. – № 3. – С. 92–96. 4. Hunter, R.H.F. Pre-ovulatory arrests and peri-ovulatory redistribution of competent spermatozoa in the isthmus of the pig oviduct / R.H.F. Hunter // *J. Reprod. Fertil.* – 1984. – Vol. 72. – P. 203–211. 5. Роль метаболических гормонов в регуляции функции яичников у коров / В. А. Лебедев [и др.] // *Сельскохозяйственная биология*. – 2005. – № 2. – С. 14–21. 6. Нежданов, А. Г. Применение гонадотропных препаратов при дисфункции яичников у молочных коров / А. Г. Нежданов, К. А. Лободин, Н. Е. Богданова // *Вестник РАСХН*. – 2008. – №4. – С. 62–64. 7. Синёва, А. М. Дегидроэпиандростерон, тестостерон и 17 β -эстрадиол в крови молочных коров при послеродовой гипофункции яичников / А. М. Синёва, В. А. Лукина, М. И. Адодина // *Ветеринарный фармакологический вестник*. – 2019. – № 4 (9). – С. 77–90. – DOI: 10.17238/issn2541-8203.-2019.4.77. 8. Изменение показателей белкового, липидного и углеводного обменов у молочных коров после родов при становлении лактационной доминанты / В. А. Лукина [и др.] // *Ветеринарный фармакологический вестник*. – 2020. – № 1 (10). – С. 106–114. – DOI: 10.17238/issn2541-8203.-2020.1.106. 9. Steroidogenic, metabolic, and immunological markers in dairy cows diagnosed with cystic ovarian follicles at the beginning and middle of late lactation / F. S. Lima [et al.] // *Vet Sci.* – 2019. – Sep. 26. – 6. – P. 324. 10. Ovarian hypofunction and its relationship to serum and cytokine profile in cattle / V. Mikhalev [et al.] // *Advances in Animal and Veterinary Sciences*. – 2022. – Vol. 10 (1). – P. 20–26. – <http://dx.doi.org/10.17582/journal.aavs/2022/10.1.20.26>.

References. 1. Nezhdanov, A. G. Vosstanovlenie plodovitosti korov pri gipofunktsii iaichnikov / A. G. Nezhdanov, K. A. Lobodin, N. E. Bogdanova // *Veterinariia*. – 2007. – №7. – S. 39–45. 2. Dorokhova, Ia. D. Vliianie preparata «Marimiks» na uroven kaltsiia v krovi korov s gipofunktsiei iaichnikov / Ia. D. Dorokhova, N. B. Bazhenova // *Voprosy normativno-pravovogo regulirovaniia v veterinarii*. – 2016. – №1. – S. 120-122. 3. Gavrichenko, N. I. Postestralnye matochnye krovotecheniia : metabolicheskii profil krovi i endokrinnyi status korov / N. I. Gavrichenko // *Vestsi natsyianalnai akademii navuk Belarusi. Ser. agrarnykh navuk*. – 2006. – № 3. – S. 92–96. 4. Hunter, R.H.F. Pre-ovulatory arrests and peri-ovulatory redistribution of competent spermatozoa in the isthmus of the pig oviduct / R.H.F. Hunter // *J. Reprod. Fertil.* – 1984. – Vol. 72. – P. 203–211. 5. Rol metabolicheskikh gormonov v regulatsii funktsii iaichnikov u korov / V. A. Lebedev [i dr.] // *Selskokhoziaistvennaia biologii*. – 2005. – № 2. – S. 14–21. 6. Nezhdanov, A. G. Primenenie gonadotropnykh preparatov pri disfunktsii iaichnikov u molochnykh korov / A. G. Nezhdanov, K. A. Lobodin, N. E. Bogdanova // *Vestnik RASKhN*. – 2008. – №4. – S. 62–64. 7. Sineva, A. M. Degidroepiandrosteron, testosteron i 17 β -estradiol v krovi molochnykh korov pri poslerodovoi gipofunktsii iaichnikov / A. M. Sineva, V. A. Lukina, M. I. Adodina // *Veterinarnyi farmakologicheskii vestnik*. – 2019. – № 4 (9). – S. 77–90. – DOI: 10.17238/issn2541-8203.-2019.4.77. 8. Izmenenie pokazatelei belkovogo, lipidnogo i uglevodnogo obmenov u molochnykh korov posle rodov pri stanovlenii laktatsionnoi dominanty / V. A. Lukina [i dr.] // *Veterinarnyi farmakologicheskii vestnik*. – 2020. – № 1 (10). – S. 106–114. – DOI: 10.17238/issn2541-8203.-2020.1.106. 9. Steroidogenic, metabolic, and immunological markers in dairy cows diagnosed with cystic ovarian follicles at the beginning and middle of late lactation / F. S. Lima [et al.] // *Vet Sci.* – 2019. – Sep. 26. – 6. – R. 324. 10. Ovarian hypofunction and its relationship to serum and cytokine profile in cattle / V. Mikhalev [et al.] // *Advances in Animal and Veterinary Sciences*. – 2022. – Vol. 10 (1). – R. 20–26. – <http://dx.doi.org/10.17582/journal.aavs/2022/10.1.20.26>.

Поступила в редакцию 27.04.2023.

DOI 10.52368/2078-0109-2023-59-2-60-65
УДК 619:[577.175.14:616.34]:636.4

ВЛИЯНИЕ ВИДОСПЕЦИФИЧНОГО ПРЕПАРАТА «ПРОСТИМУЛ» НА УРОВЕНЬ ЭКСПРЕССИИ ГЕНА IL-1 НОВОРОЖДЕННЫХ ПОРОСЯТ, БОЛЬНЫХ КОЛИБАКТЕРИОЗОМ

*Стребкова В.В. ORCID ID 0000-0002-1694-0166, **Сыромятников М.Ю. ORCID ID 0000-0001-9028-0613,

*Пасько Н.В. ORCID ID 000-0003-0513-7252, *Хохлова Н.А. ORCID ID 0000-0001-6861-2554,

*Стрельников Н.А. ORCID ID 0000-0002-0781-7713, *Михайлов Е.В. ORCID ID 0000-0001-5457-1325

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

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

В статье представлены данные об уровне экспрессии провоспалительного цитокина интерлейкина-1 (IL-1) у поросят 3-5-дневного возраста с колибактериозом на фоне применения видоспецифического препарата, содержащего рекомбинантный цитокин 1 типа, витамины А, Е и С «Простимул» в сравнении с анти-

бактериальным препаратом «Квинокол Плюс». Анализ полученных данных показал, что препарат «Простимул» подавляет экспрессию IL-1 β в 70 раз, а препарат «Квинокол Плюс» – в 6,5 раза. Этот факт говорит о перспективе применения препарата для снижения развития воспалительной реакции при колибактериозе новорожденных поросят. При анализе гематологических показателей крови выявлено снижение количества палочкоядерных нейтрофилов на фоне применения простимула и квинокола Плюс. Анализ лейкоцитарных индексов интоксикации крови указал, что на фоне применения препарата «Простимул» этот показатель снижается в 4,9 раза, а препарата «Квинокол Плюс» – в 5,6 раза соответственно. **Ключевые слова:** новорожденные поросята, интерлейкин-1 (IL-1), рекомбинантный цитокин, экспрессия, гены, колибактериоз, лейкоцитарные индексы.

EFFECT OF THE SPECIES-SPECIFIC DRUG PROSTIMUL ON THE LEVEL OF IL-1 GENE EXPRESSION IN NEWBORN PIGLETS WITH COLIBACTERIOSIS

*Strebkova V.V., **Syromyatnikov M.Yu., *Pasko N.V., *Khokhlova N.A., *Strelnikov N.A., *Mikhaylov E.V.

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

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

The article presents the data on the expression level of the pro-inflammatory cytokine interleukin-1 (IL-1) in piglets 3-5 days of age diseased with colibacteriosis, against the background of the use of the species-specific drug Prostimul, containing recombinant type 1 cytokine, vitamins A, E and C, in comparison with antibacterial drug Quinocol Plus. The analysis of the obtained data has shown that the drug Prostimul suppresses the expression of IL-1 β by 70 times, and Quinocol Plus – by 6.5 times. This fact indicates the prospect of using the drug to reduce the development of an inflammatory reaction in case of colibacteriosis in newborn piglets. When analyzing hematological blood indicators, a decrease in the number of stab neutrophils was revealed against the background of the use of Prostimul and Quinocol Plus. The analysis of leukocyte indices of blood intoxication has indicated that against the background of the use of the drug Prostimul this indicator decreases by 4.9 times, and Quinocol Plus – by 5.6 times, respectively. **Keywords:** newborn piglets, interleukin-1 (IL-1), recombinant cytokine, expression, genes, colibacteriosis, leukocyte indices.

Введение. В свиноводстве наибольшее распространение приходится на желудочно-кишечные болезни, которые наносят очень значительные ущербы. В исследовании поросят-сосунков Дж. Свендсена примерно 50% смертельных случаев было связано с кишечной бактериальной инфекцией, которая в большинстве случаев была вызвана патогенными штаммами *Escherichia coli*, у 14% особей были грубые патологические наследственные нарушения. В оставшейся части летальных случаев этиология и патогенез в целом остались невыясненными, но было установлено, что определенную роль сыграли нарушения кормления [5, 6].

При изучении вторичных иммунодефицитов свиней Попов В.С. с коллегами в 2016 году показали следующее: «этиологическая структура желудочно-кишечных болезней поросят-сосунков представлена главным образом *Escherichia coli* в 41,7-59,7% и ассоциациями в различных сочетаниях» [7].

Тщательный уход за поросятами-сосунами в первые дни их жизни предусматривает достижение определенных целей, главные из которых – создание надежного иммунитета к инфекциям и высокой устойчивости к неблагоприятным условиям окружающей среды. Кроме того, целесообразно применение препаратов, обладающих иммуномодулирующими свойствами [8].

В последние годы под пристальным вниманием находится сфера применения видоспецифических рекомбинантных интерферонов, а также препаратов, где они являются основой. Основной причиной тщательного изучения являются такие свойства, как антивирусное действие, иммуномодулирующие и антиоксидантные свойства [9].

Заслуживает внимания препарат «Простимул» (производитель ООО «Научно-Производственный центр «ПроБиоТех», Республика Беларусь). Он содержит видоспецифичный рекомбинантный цитокин 1 типа в комплексе с витаминами А, Е и С. Все это предназначено для стимуляции роста молодых животных, нормализации функций печени, а также применения после стресса, при нарушении обмена веществ разной этиологии и снижении продуктивности животных [10].

Цель исследований – изучить влияние видоспецифичного препарата «Простимул» на уровень экспрессии гена IL-1 новорожденных поросят, больных колибактериозом.

Материалы и методы исследований. Исследования проведены в 2022 году в промышленном свиноводческом хозяйстве Воронежской области на поросятах, полученных от свиноматок 3-5 опороса. Для опыта были подобраны поросята в возрасте 3-5 дней, больные колибактериозом. Было сформировано 4 группы по 5 особей. Первая группа – здоровые животные (фон, негативный контроль), вторая – поросята с колибактериозом (позитивный контроль), третья – животные с колибактериозом, которым вводили препарат «Простимул» внутримышечно в дозе 1,0 мл на 10 кг живой массы двукратно с интервалом 48 часов. Четвертая группа – поросята с колибактериозом, которым применяли комбинированный антибактериальный препарат «Квинокол Плюс», содержащий в своем составе энрофлоксацин и гентамицина сульфат, по схеме хозяйства.

При бактериологическом исследовании патологического материала (кишечное содержимое и паренхиматозные органы (печень с желчным пузырем, селезенка, почка, сердце)) от вынужденно убитых поросят ($n=4$) с желудочно-кишечной патологией была выделена энтеропатогенная *Escherichia coli* O41.

Цельная кровь была отобрана в вакуумные пробирки с добавлением ЭДТА КЗ для предотвращения свертывания крови. РНК из крови выделяли с помощью набора «РНК-ЭКСТРАН» (Синтол, Москва). Обратную транскрипцию проводили с использованием набора MMLV RT (Евроген, Россия). ПЦР в режиме «реального» времени проводили на амплификаторе Rotor-Gene Q (QIAGEN, Germany). Реакционная смесь содержала специфические праймеры и интеркалирующий краситель SYBR Green I. Программа амплификации разработана опытным путем, исходя из свойств реагентов и стадий амплификации.

Лейкоцитарную формулу определяли путем подсчета форменных элементов белой крови в мазках, окрашенных по Романовскому-Гимзе с помощью счетчика клеток [11].

Полученные данные обрабатывали с использованием стандартных статистических методов с помощью критерия Стьюдента [12]. Обсуждаются статистически достоверные различия при $p \leq 0,05$. Для построения графиков данные обрабатывались с помощью программ Excel 2010.

Результаты исследований. Было проведено изучение экспрессии генов провоспалительных интерлейкинов 1 α и 1 β в крови здоровых поросят, поросят с колибактериозом до применения препаратов, на фоне применения препаратов «Простимул» и «Квинокол Плюс».

На рисунке 1 представлена диаграмма, отражающая уровень экспрессии гена ИЛ-1 α поросят в разных физиологических состояниях.

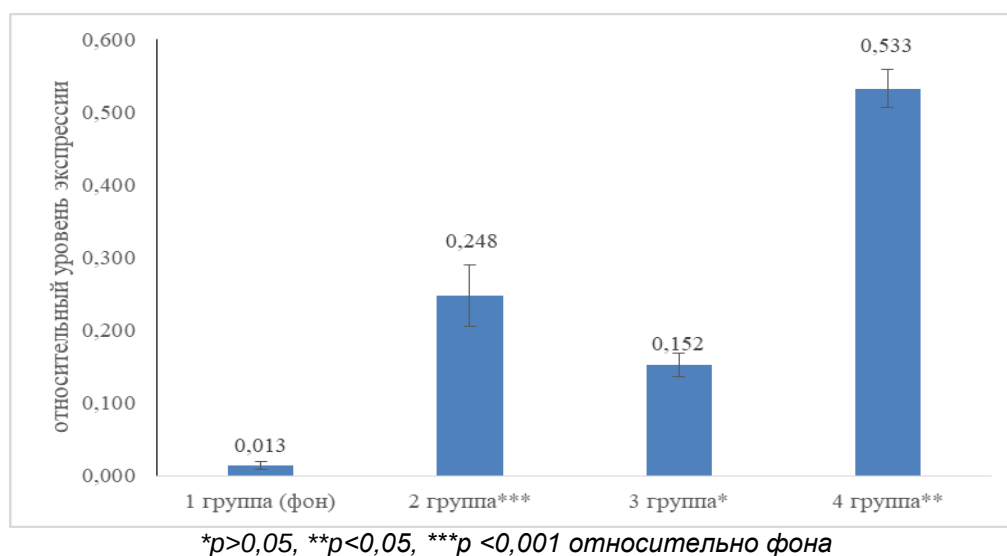
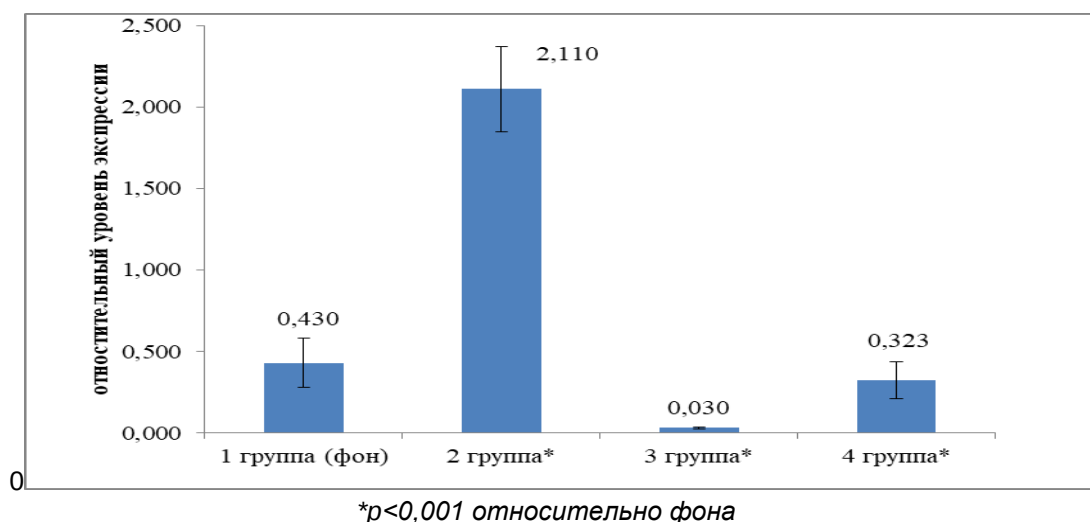


Рисунок 1 - Уровень экспрессии гена ИЛ-1 α

Изучение экспрессии ИЛ-1 α показало, что у поросят с колибактериозом она выросла в 19 раз по сравнению со здоровыми животными. Применение простимула никакого статистически значимого эффекта не имело, тогда как применение антибактериального препарата «Квинокол Плюс» увеличивало экспрессию данного интерлейкина в 2 раза.

ИЛ-1 α не секретируется клетками, а существует главным образом в мембраносвязанной форме. Данный белок появляется в системе кровотока после некроза клеток и рассматривается как связное звено между повреждением тканей и ранней фазой стерильного воспаления, он индуцирует «воспалительный» ответ, который заключается в образовании ИЛ-1 β и других «провоспалительных» цитокинов [13]. ИЛ-1 α усиливает пролиферацию только преактивированных антигеном лимфоцитов. Иными словами, выступает вторичным сигналом процесса стимуляции пролиферации лимфоцитов [1]. Известен иммуномодулирующий эффект антибактериальных препаратов, они могут влиять на фагоцитоз, хемотаксис, высвобождение эндотоксина и цитокинопродукцию. Хорошо известно, что препараты, разрушающие клеточную стенку, провоцируют выделение содержимого клеток микроорганизмов в кровь, которые действуют как индукторы воспаления [4]. По нашему мнению, некроз клеток бактерий под влиянием антибиотика увеличил экспрессию ИЛ-1 α .

На рисунке 2 представлена диаграмма, отражающая уровень экспрессии гена ИЛ-1 β у поросят в разных физиологических состояниях. Изучение экспрессии ИЛ-1 β показало высокий ее уровень у поросят с колибактериозом, снижение в группах поросят на фоне применения препаратов «Простимул» и «Квинокол Плюс» в 70 раз и в 6,5 раза соответственно.

Рисунок 2 - Уровень экспрессии гена ИЛ-1 β

Высокий уровень цитокинов, прежде всего провоспалительных, является неблагоприятным фактором, отражающим степень активности и тяжести патологического процесса [2].

IL-1 β является главным медиатором развития местной воспалительной реакции, в том числе за счет своего важного свойства - пирогенности. IL-1 β ответственен за активацию прокоагулянтной активности крови, синтез провоспалительных цитокинов, повышение уровня экспрессии на поверхности эндотелия адгезионных молекул, которые обеспечивают прикрепление нейтрофильных лейкоцитов и лимфоцитов, стимулируя выход нейтрофилов в очаг воспаления [1].

Подавление биологических эффектов IL-1 с использованием генно-инженерных биологических препаратов рассматривается как перспективный подход в комплексной терапии. Следовательно, снижение экспрессии IL-1 с провоспалительными свойствами является благоприятным для организма. На наш взгляд, применение препарата «Простимул» тормозит развитие неблагоприятных факторов острого воспалительного процесса.

Оценка гематологического профиля играет важную роль в изучении неспецифической резистентности животных. Установлено, что применение рекомбинантного интерферона и антибиотика снизило общее количество лейкоцитов.

Определение лейкоцитарной формулы показало лейкоцитарный сдвиг влево у особей с желудочно-кишечной патологией, т.е. количество незрелых форм нейтрофилов увеличилось в 4,5 раза, вместе с тем количество сегментоядерных нейтрофилов, моноцитов практически не изменилось. В группе здоровых животных и на фоне применения препаратов «Простимул» и «Квинокол Плюс» лейкоцитарная формула была идентичной (таблица 1).

Прослеживается корреляция между количеством нейтрофилов и экспрессией IL-1. Применение препаратов снизило количество нейтрофилов и уменьшило интенсивность экспрессии интерлейкина, правильность исследования подтверждается мировыми данными [3].

Таблица 1 - Лейкоцитарный профиль крови поросят на фоне применения препаратов «Простимул» и «Квинокол плюс»

Группы животных	Количество лейкоцитов, $10^9/\text{л}$	Кол-во лейкоцитов, %			
		Палочкоядерные нейтрофилы	Сегментоядерные нейтрофилы	Моноциты	Лимфоциты
1 группа (фон)	$8,5 \pm 0,33$	$4,5 \pm 1,29$	$44,75 \pm 2,50$	$2,25 \pm 0,50$	$48,5 \pm 1,73$
2 группа	$20,4 \pm 1,29$	$20,2 \pm 2,49^*$	$49,4 \pm 3,51$	$5,2 \pm 0,84$	$25,2 \pm 3,90$
3 группа	$11,3 \pm 0,32$	$1 \pm 0^*$	$50,25 \pm 2,06$	$7,25 \pm 0,96$	$40,5 \pm 2,08$
4 группа	$9,6 \pm 0,12$	$1 \pm 0^*$	$47,5 \pm 1,73$	$7,5 \pm 0,58$	$43 \pm 2,16$

Примечание. * $p < 0,01$ относительно фона.

Расчет лейкоцитарного индекса интоксикации (ЛИИ) показал, что в группе животных с желудочно-кишечной патологией он вырос в 2,5 раза по сравнению с группой здоровых животных, а применение препарата «Простимул» снизило этот показатель в 4,9 раза, препарата «Квинокол Плюс» - в 5,6 раза. Что, по нашему мнению, указывает на положительное действие препаратов.

Индекс иммунореактивности (ИИР) у больных животных снизился в 4,9 раза по сравнению со здоровыми животными. На фоне применения препаратов «Простимул» и «Квинокол Плюс» этот показатель достоверно не менялся (таблица 2).

Индекс соотношения лимфоцитов к моноцитам (ИСЛМ) у поросят с желудочно-кишечной патологией снизился в 4,5 раза, и применение препаратов достоверно не изменило его значение.

Лимфоцитарно-гранулоцитарный индекс (ЛГИ) снизился в 2,7 раза у поросят с желудочно-кишечной патологией, по сравнению с группой здоровых животных, что, возможно, свидетельствует об отсутствии аутоиммунного компонента в развитии интоксикации животных. Применение препаратов «Простимул» и «Квинокол Плюс» повысило уровень этого показателя до значений у здоровых поросят.

Расчет ядерного индекса (ЯИ), который говорит о тяжести состояния, показал, что применение препарата «Простимул» снижает значение ЯИ в 40 раз, а препарата «Квинокол» – в 20 раз соответственно (таблица 2).

Таблица 2 - Лейкоцитарные индексы крови поросят здоровых, с желудочно-кишечной патологией и на фоне лечения препаратами «Простимул» и «Квинокол Плюс»

Группы животных	Лейкоцитарные индексы				
	ЯИ	ЛИИ	ИИР	ИСЛМ	ЛГИ
1 группа (фон)	0,1±0,03	1,06±0,03	24,6±0,29	22,3±4,67	9,86±0,59
2 группа	0,41±0,07*	2,68±0,52*	5,06±1,37*	4,98±1,29*	3,63±0,72*
3 группа	0,01±0,001*	0,55±0,04*	6,08±0,99**	5,93±0,97**	7,83±0,61*
4 группа	0,02±0,001*	0,48±0,04*	5,88±0,62**	5,74±0,61**	8,88±0,76*

*Примечание. * $p < 0,01$, ** $p > 0,05$ относительно фона.*

Закключение. Таким образом, применение препарата «Простимул» не оказывало влияния на экспрессию IL-1 α в крови поросят с колибактериозом, а применение препарата «Квинокол Плюс» стимулировало экспрессию данного цитокина в 2 раза. В связи с тем, что IL-1 α большей частью находится в межмембранном пространстве, применение антибактериального средства, по нашему мнению, активирует проявление нежелательных реакций при остром воспалении. Однако препарат «Простимул» подавляет экспрессию IL-1 β в 70 раз, что, на наш взгляд, связано с ингибированием выработки IL-1 β и торможением воспалительного процесса. Этот факт говорит о перспективе применения комплексной терапии антибактериального препарата совместно с видоспецифичным цитокином для снижения развития тяжелых воспалительных реакций при колибактериозе у новорожденных поросят. Изучение гематологических показателей крови показало сходное действие двух исследуемых препаратов. Снижение количества палочкоядерных нейтрофилов на фоне применения препаратов «Простимул» и «Квинокол Плюс» показало купирование воспалительного процесса. Анализ лейкоцитарных индексов крови показал благоприятное действие обоих препаратов путем снижения показателей интоксикации, отсутствия хронизации инфекционного процесса, снижения развития аутоиммунных реакций. По нашему мнению, применение препарата на основе видоспецифичных рекомбинантных цитокинов и комплекса витаминов «Простимул», с точки зрения действия на гематологические показатели крови, не уступает антибактериальному препарату «Квинокол Плюс» и превосходит его с иммунологической точки зрения, снижая экспрессию провоспалительного цитокина IL-1 β , тем самым оказывая благоприятное действие на организм новорожденных поросят.

Conclusion. Thus, the use of Prostimul did not affect the expression of IL-1 α in the blood of piglets with colibacteriosis, and the use of Quinocol Plus stimulated the expression of this cytokine by 2 times. Due to the fact that IL-1 α is mostly located in the intermembrane space, the use of an antibacterial agent, in our opinion, activates the manifestation of undesirable reactions in case of acute inflammation. However, Prostimul suppresses the expression of IL-1 β by 70 times, which, in our opinion, is associated with inhibition of the production of IL-1 β and inhibition of the inflammatory process. This fact indicates the prospect of using the complex therapy of an antibacterial drug together with a species-specific cytokine to reduce the development of severe inflammatory reactions in case of colibacteriosis in newborn piglets. The study of hematological blood indicators showed a similar effect of the two studied drugs. A decrease in the number of stab neutrophils against the background of the use of the drugs Prostimul and Quinocol Plus showed relief of the inflammatory process. The analysis of blood leukocyte indices showed a favorable effect of

both drugs by reducing the indicators of intoxication, the absence of the infectious process chronicity, and reducing the development of autoimmune reactions. In our opinion, the use of the drug based on species-specific recombinant cytokines and a complex of vitamins Prostimul, in terms of its effect on hematological blood indicators, is not inferior to the antibacterial drug Quinocol Plus and surpasses it from an immunological point of view, reducing the expression of the pro-inflammatory cytokine IL-1 β , thereby having a beneficial effect on the body of newborn piglets.

Список литературы. 1. Сашкевич, Д. С. Актуальные вопросы иммунологии: система цитокинов, биологическое значение, генетический полиморфизм, методы определения : учебное пособие / Д. С. Сашкевич, Ю. Ю. Филиппова, А. Л. Бурмистрова. – Челябинск : Цицеро, 2016. – 82 с. 2. Потапович, М. И. «Белковая ветеринария» как альтернатива антибиотикам. Лечебно-профилактические ветеринарные препараты на основе рекомбинантных белков / М. И. Потапович, В. А. Прокулевич // Вестник БГУ. Серия 2, Химия. Биология. География. – 2016. – № 3. – С. 68–72. 3. Kaneko, N., Kurata, M., Yamamoto, T. et al. The role of interleukin-1 in general pathology / N. Kaneko [et al.] // *InflammRegener.* – 2019. – Vol. 39. – P. 12. – <https://doi.org/10.1186/s41232-019-0101-5>. 4. Влияние антибиотиков на цитокинопродукцию мононуклеарной фракцией клеток периферической крови пациентов с ХГПН / Е. Н. Карева [и др.] // ЭКУ. – 2010. – №2. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-antibiotikov-na-tsitokinoproduksiyu-mononuklearnoy-fraktsiiy-kletok-perifericheskoy-krovi-patsientov-s-hpn> (дата обращения: 03.04.2023). 5. Prewaning mortality in pigs. 4 Diseases of the gastrointestinal tract in pigs / J. Svendsen [et al.] // *Nord Vet Med.* – 1975. – Vol. 27(2). – P. 85–101. – PMID: 1094407. 6. Viral and bacterial investigations on the aetiology of recurrent pig neonatal diarrhoea cases in Spain / S. Mesonero-Escuredo [et al.] // *Porcine Health Manag.* – 2018. – Vol. 5, № 4. – P. 5. – doi: 10.1186/s40813-018-0083-8. 7. Вторичные иммунодефициты свиней: клинико-иммунологическая характеристика и принципы иммунокоррекции / В. С. Попов [и др.] // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2016. – №3. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vtorichnye-immunodefitsity-sviney-kliniko-immunologicheskaya-harakteristika-i-printsipy-immunokorreksii>. 8. Энговатов, В. Ф. Новый антимикробный пробиотический препарат / В. Ф. Энговатов, Г. М. Шулаев, В. Н. Добынин // Вестник российских университетов. Математика. – 2010. – №1. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/novyy-antimikrobnny-probioticheskii-preparat> (дата обращения: 29.07.2022). 9. Прокулевич, В. А. Ветеринарные препараты на основе интерферона / В. А. Прокулевич, М. И. Потапович // Вестник БГУ. Серия 2. – 2011. – № 3. – С. 51–54. 10. Влияние простимула на иммунный статус, продуктивность и сохранность отставших в росте поросят / А. Г. Шахов [и др.] // Ученые записки учреждения образования Витебская область «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины. – 2021. – Т. 57. – № 2. – С. 133–137. – DOI 10.52368/2078-0109-2021-57-2-133-137. 11. Методические рекомендации по оценке и коррекции иммунного статуса животных / А. Г. Шахов [и др.]. – Воронеж, 2005. – 115 с. 12. Кобзарь, А. И. Прикладная математическая статистика / А. И. Кобзарь. – М. : Физматлит, 2006. – 816 с. 13. Насонов, Е. Л. Роль интерлейкина 1 в развитии заболеваний человека / Е. Л. Насонов, М. С. Елисеев // Научно-практическая ревматология. – 2016. – №1. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-interleikina-1-v-razviti-zabolevaniy-cheloveka> (дата обращения: 14.08.2022).

References. 1. Stashkevich, D. S. Aktualnye voprosy immunologii: sistema tsitokinov, biologicheskoe znachenie, geneticheskii polimorfizm, metody opredeleniya : uchebnoe posobie / D. S. Stashkevich, Yu. Yu. Filippova, A. L. Burmistrova. – Cheliabinsk : Tsitsero, 2016. – 82 s. 2. Potapovich, M. I. «Belkovaia veterinariia» kak alternativa antibiotikam. Lechebno-profilakticheskie veterinarnye preparaty na osnove rekombinantnykh belkov / M. I. Potapovich, V. A. Prokulevich // *Vestnik BGU. Seriya 2, Khimiia. Biologiiia. Geografiia.* – 2016. – № 3. – S. 68–72. 3. Kaneko, N., Kurata, M., Yamamoto, T. et al. The role of interleukin-1 in general pathology / N. Kaneko [et al.] // *InflammRegener.* – 2019. – Vol. 39. – P. 12. – <https://doi.org/10.1186/s41232-019-0101-5>. 4. Vlianie antibiotikov na tsitokinoproduksiyu mononuklearnoi fraktsiiy kletok perifericheskoi krovi patsientov s KhPN / E. N. Kareva [i dr.] // *EKU.* – 2010. – №2. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-antibiotikov-na-tsitokinoproduksiyu-mononuklearnoy-fraktsiiy-kletok-perifericheskoy-krovi-patsientov-s-hpn> (data obrashcheniya: 03.04.2023). 5. Prewaning mortality in pigs. 4 Diseases of the gastrointestinal tract in pigs / J. Svendsen [et al.] // *Nord Vet Med.* – 1975. – Vol. 27(2). – P. 85–101. – PMID: 1094407. 6. Viral and bacterial investigations on the aetiology of recurrent pig neonatal diarrhoea cases in Spain / S. Mesonero-Escuredo [et al.] // *Porcine Health Manag.* – 2018. – Vol. 5, № 4. – P. 5. – doi: 10.1186/s40813-018-0083-8. 7. Vtorichnye immunodefitsity svinei: kliniko-immunologicheskaya kharakteristika i printsipy immunokorreksii / V. S. Popov [i dr.] // *Vestnik Kurskoi gos-udarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii.* – 2016. – №3. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vtorichnye-immunodefitsity-sviney-kliniko-immunologicheskaya-harakteristika-i-printsipy-immunokorreksii>. 8. Engovatov, V. F. Novyi antimikrobnii probioticheskii preparat / V. F. Engovatov, G. M. Shulaev, V. N. Dobynin // *Vestnik rossiiskikh universitetov. Matematika.* – 2010. – №1. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/novyy-antimikrobnny-probioticheskii-preparat> (data obrashcheniya: 29.07.2022). 9. Prokulevich, V. A. Veterinarnye preparaty na osnove interferona / V. A. Prokulevich, M. I. Potapovich // *Vestnik BGU. Seriya 2.* – 2011. – № 3. – S. 51–54. 10. Vlianie prostimula na immunnyi status, produktivnost i sokhrannost otstavshikh v roste porosiat / A. G. Shakhov [i dr.] // *Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniia Vitebskaia ordena «Znak Pocheta» gosudarstvennaia akademiia veterinarnoi meditsiny.* – 2021. – T. 57. – № 2. – S. 133–137. – DOI 10.52368/2078-0109-2021-57-2-133-137. 11. Metodicheskie rekomendatsii po otsenke i korreksii immunnogo statusa zhivotnykh / A. G. Shakhov [i dr.]. – Voronezh, 2005. – 115 s. 12. Kobzar, A. I. Prikladnaia matematicheskaiia statistika / A. I. Kobzar. – M. : Fizmatlit, 2006. – 816 s. 13. Nasonov, E. L. Rol interleikina 1 v razviti zabolevaniy cheloveka / E. L. Nasonov, M. S. Eliseev // *Nauchno-prakticheskaiia revmatologiya.* – 2016. – №1. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-interleikina-1-v-razviti-zabolevaniy-cheloveka> (data obrashcheniya: 14.08.2022).

Поступила в редакцию 27.04.2023.

**ВЕТЕРИНАРНАЯ СЛУЖБА И ЕЕ РОЛЬ В ОБЕСПЕЧЕНИИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ*****Субботина И.А. ORCID ID 0000-0001-8346-2988, **Субботин А.М.*****УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»,
г. Витебск, Республика Беларусь******Витебский областной исполнительный комитет, г. Витебск, Республика Беларусь**

*В статье приведены данные по специфике работы ветеринарной службы в рамках обеспечения биологической безопасности Республики Беларусь. Перечислены основные биологические риски в сельскохозяйственной отрасли по стратегическим направлениям «Биологическая безопасность животных» и «Биологическая безопасность растений», показаны основные направления работы ветеринарной службы по снижению биологических рисков, предотвращению развития чрезвычайных ситуаций в биологической сфере. Определены основные биологические угрозы и их источники, определены основные национальные интересы и направления работы по обеспечению биологической безопасности, определены индикаторы и критерии оценки состояния биологической безопасности. **Ключевые слова:** биобезопасность, ветеринария, Министерство сельского хозяйства, риски, угрозы, национальные интересы.*

ROLE OF VETERINARY SERVICE IN ENSURING THE BIOLOGICAL SAFETY OF THE REPUBLIC OF BELARUS***Subotsina I.A., **Subotsin A.M.*****EE "Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine", Vitebsk, Republic of Belarus******Vitebsk Regional Executive Committee, Vitebsk, Republic of Belarus**

*The article presents data on the specifics of the work of the veterinary service in the framework of ensuring the biological safety of the Republic of Belarus. The main biological risks in the agricultural sector are listed in the strategic directions "Biological safety of animals" and "Biological safety of plants", the main directions of the work of the veterinary service to reduce biological risks, prevent the development of emergency situations in the biological sphere are shown, identified the main biological threats and their sources, identified the main national interests and areas of work to ensure biological safety, identified indicators and criteria for assessing the state of biological safety. National interests and priority areas for ensuring the biological safety of the republic in the field of veterinary activities are to minimize external and internal threats to the introduction and spread of contagious animal diseases. **Keywords:** biosafety, veterinary medicine, Ministry of Agriculture, risks, threats, national interests.*

Введение. Как часто и много за последние годы, месяцы и дни мы стали слышать фразы «биологическое оружие», «биологическая война», «биологическая опасность». И как часто эти фразы несут за собой реальные и страшные последствия. COVID-19, SARS, MERS, вновь заявившая о себе бубонная чума, изменившая привычкам обезьянья оспа, новые вирусы, прионы, паразиты и вредители, глобальное потепление (а где-то – похолодание), засухи и наводнения, землетрясения, оползни - все это – современные реалии, современная жизнь и атмосфера постоянной тревоги и опасений. Все это – глобальный вызов человеческой расе от природы, и все это – на фоне тяжелейших экономических и геополитических глобальных волнений.

Именно поэтому, исходя из сегодняшней глобальной неспокойной обстановки в эпидемиологическом и эпизоотическом отношении, на фоне угроз голода для миллионов людей и смерти от тяжелых и неизлечимых болезней так много стран всерьез занялись биологической безопасностью. Каждая из стран выбрала свои приоритетные направления, свои угрозы, поставила перед собой свои цели и задачи.

Проблема предотвращения биологических угроз в настоящее время является приоритетной для мирового сообщества. Необходимо в полной мере оценивать реальность и степень опасности, исходящей от биологических угроз, и использовать все возможности и ресурсы для принятия мер по их предупреждению и ликвидации.

Необходимо отметить наличие возможных угроз в отношении биологической безопасности, связанных как с негативным влиянием биологических факторов непосредственно на здоровье людей, животных и растений, так и с разрушительным действием на окружающую среду. Определенная степень угроз связана с прогрессом биологической науки, в первую очередь молекулярной биологии и практического использования ее достижений, таких, как генная инженерия, генная терапия, молекулярное управление развитием, что создает дополнительные источники биологической опасности.

В сельском хозяйстве риски в области биологической безопасности обусловлены в основном ввозом животных и растений, продукции животного и растительного происхождения, генно-инженерных (трансгенных) растений, животных и микроорганизмов. Кроме того, риски могут быть обусловлены миграционными процессами в дикой природе и наличием в ней источников ПБА, раз-

витиём лекарственной устойчивости, возникновением эпизоотий на сопредельных территориях. В то же время опосредованные риски для человека в области биологической безопасности складываются из безопасности в процессе производства кормов и кормовых добавок, пищевой продукции растительного и животного происхождения, их хранения, перевозки, реализации и утилизации. Болезни растений и животных, вызываемые вирусами, бактериями, грибами и другими вредными организмами, причиняют огромный социально-экономический ущерб, ухудшая качество сельскохозяйственной продукции, приводя к значительным потерям урожая, поражению семенного материала, сокращению поголовья животных и снижению их продуктивности [1, 4, 5].

Зарубежный опыт в сфере биологической безопасности может быть успешно адаптирован к условиям Республики Беларусь и использован для совершенствования национальной системы ее обеспечения.

Цель исследований: определить роль ветеринарной службы в обеспечении национальной безопасности в биологической сфере и разработать проект Концепции биологической безопасности.

Материалы и методы исследований. Для разработки проекта концепции национальной безопасности в биологической сфере была сформирована межведомственная рабочая группа специалистов, представляющих Министерство здравоохранения Республики Беларусь, Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, Национальную Академию Наук Республики Беларусь, при поддержке и курировании со стороны Совета Министров и Совета Безопасности Республики Беларусь. Были поставлены задачи по определению и разработке основного понятийного аппарата (терминологии), постановке цели и задач Концепции, по объяснению основных биологических угроз и их источников, определению основных национальных интересов и направления работы по обеспечению биологической безопасности, определены индикаторы и критерии оценки состояния биологической безопасности.

Для выявления роли ветеринарной службы в обеспечении биологической безопасности был проведен анализ соответствующих правовых актов, законов, постановлений и ряда других документов, содержащих основные положения по работе ветеринарной службы Республики Беларусь. Проводился анализ международных правовых актов, положения международных организаций и комиссий (ВОЗЖ, ЕАЭК, ЕАЭС, ВТО).

Результаты исследований. В ходе разработки проекта Концепции Национальной безопасности в биологической сфере роль Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, и, непосредственно, роль Департамента ветеринарного и продовольственного надзора, была определена как значительная. Из 4 стратегических направлений работы Концепции Министерством сельского хозяйства и Департаментом основная работа ведется по таким стратегическим направлениям, как «Биологическая безопасность животных» и «Биологическая безопасность растений», менее, но участвуем в работе по стратегическим направлениям «Биологическая безопасность человека» и «Генетическая безопасность».

Из наиболее значимых и основных источников угроз биологической безопасности в области ветеринарной деятельности были определены следующие:

заразные (инфекционные и паразитарные) болезни естественного происхождения, имеющие характер массовых вспышек, эпизоотий;

занос и распространение ранее не регистрировавшихся на территории республики заразных болезней;

возникновение на территории приграничных стран и стран-торговых партнеров эпизоотий (африканская чума свиней, высокопатогенный птичий грипп, ящур и др.);

возникновение природных очагов заразных болезней (в том числе и зоонозного характера), нестабильная и имеющая тенденцию к ухудшению ситуация по эмерджентным природно-очаговым инфекциям (лептоспироз, бабезиоз, клещевые боррелиоз, энцефалит и анаплазмоз, туляремия, чума, лихорадка Западного Нила, Ку-лихорадка и др.);

появление новых малоизученных заразных болезней, преодоление возбудителями заразных болезней межвидовых барьеров (SARS, MERS, COVID-19 и др.);

отсутствие специфической иммунопрофилактики к отдельным заразным болезням ввиду отсутствия выработки у животных специфического иммунитета (африканская чума свиней);

применение в различных сферах деятельности генетически модифицированных организмов;

прогресс мировой биологической науки, практическое использование ее достижений, создающих дополнительные источники биологической опасности, развитие сети зарубежных биологических лабораторий;

возможное создание и использование биологических поражающих агентов в военных и террористических целях (разработка биологического оружия), включая диверсии на биологически опасных объектах;

нарастание антимикробной резистентности и, в целом, лекарственной устойчивости у патогенов (антибиотикорезистентные штаммы микобактерий, сальмонелл, эшерихий, чумной палочки и др., устойчивость у малярийного плазмодия и анкилостом;

увеличение количества крупнотоварных организаций, с высокой концентрацией поголовья животных, значительный рост биологических отходов, отсутствие эффективных технических решений в отношении обеззараживания и утилизации биологических отходов, обеспечивающих недопущение загрязнения территорий.

Работа ветеринарной службы ведется в соответствии с международными стандартами, установленными Кодексом здоровья наземных животных Всемирной организации здравоохранения животных. Также государственная ветеринарная служба участвует в разработке (с учетом интересов республики) международно-правовых актов, составляющих нормативную правовую базу Евразийского экономического союза, включая технические регламенты Таможенного союза, Евразийского экономического союза, содержащие ветеринарно-санитарные требования.

Национальные интересы и приоритетные направления обеспечения биологической безопасности республики в области ветеринарной деятельности заключаются в минимизации внешних и внутренних угроз по заносу и распространению заразных болезней животных.

В целях недопущения заноса и распространения заразных болезней в республике, в первую очередь, организовано проведение комплекса организационно-хозяйственных и ветеринарно-санитарных мероприятий. При необходимости, в случае угрозы заноса заразных болезней, вводятся временные ограничения на ввоз определенного перечня товаров из неблагополучных по заразным болезням стран (регионов).

В целях оценки рисков по здоровью животных и раннего обнаружения заразных болезней животных проводится пассивный надзор. В целях организации активного надзора по особо опасным заразным болезням животных в республике ежегодно утверждается приказом Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь и выполняется Программа проведения мониторинга в области ветеринарии в целях изучения эпизоотической ситуации, оценки эффективности и полноты проведения ветеринарных мероприятий (вакцинаций).

В республике имеется и в основной массе оснащена сеть ветеринарных лабораторий, вовлеченных в скрининг заразных болезней.

Ежегодно разрабатывается и выполняется план противоэпизоотических мероприятий, предусматривающий проведение плановых диагностических исследований и вакцинаций животных.

В целях своевременного принятия мер по недопущению заноса и распространения заразных болезней животных, локализации очагов заразных болезней в республике создан резерв ветеринарных препаратов.

Для систематизации принимаемых мер обеспечена реализация утвержденных на уровне Правительства комплексных планов мероприятий по предотвращению возникновения и распространения отдельных инфекционных заболеваний (в 2021-2022 гг. утверждены Комплексный план по предупреждению распространения COVID-19 в Республике Беларусь, Комплексный план мероприятий по профилактике бешенства в Республике Беларусь в 2021-2025 годах, Комплексный план по профилактике гриппа птиц). Реализация комплексных планов позволит распределять функции и полномочия государственных органов и организаций в области обеспечения биологической безопасности, а также усовершенствовать координацию их деятельности.

Индикаторами эпидемиологического и эпизоотологического риска биологической безопасности являются инфекционные болезни человека и заразные болезни животных, для которых уровень риска оценивается с помощью установленных критериев с использованием порядковой шкалы. Критериями оценки состояния биологической безопасности людей и животных в отношении болезней людей и животных были определены следующие показатели: вероятность завоза среди населения; вероятность завоза среди животных; вероятность передачи от животных к человеку и через продукцию; контагиозность возбудителя; тяжесть последствий для здоровья населения; тяжесть последствий для здоровья животных; доступность вакцинопрофилактики; эпидемический потенциал; эпизоотический потенциал; экономический ущерб (социально-экономический ущерб).

Результатом проведенной межведомственной группой работы стало утверждение Концепции Национальной системы обеспечения биологической безопасности Республики Беларусь (от 22 марта 2022 года), которая в полной мере раскрывает все понятия, стратегические направления, цель и задачи, и иные основные направления деятельности профильных ведомств по всем 4 стратегическим направлениям в рамках работы по обеспечению Национальной безопасности в биологической сфере.

Заключение. Проведенная работа по установлению основной роли и функций ветеринарной службы в частности и Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь в целом в вопросе обеспечения биологической безопасности позволила выявить основные и прово-

димые в постоянном порядке мероприятия в этом направлении. Также результаты проведенного анализа деятельности Министерства и Департамента позволили установить направления, где необходимо усилить работу в направлении обеспечения биологической безопасности. Проведенный глубокий анализ отечественной системы и сравнительный анализ зарубежных подходов к вопросу биологической безопасности позволил более широко и полноценно раскрыть само понятие биологической безопасности, ее проблему и содержание, позволил дополнить и усовершенствовать уже имеющуюся схему работы ряда ведомств в данном направлении и сформировать собственную Концепцию по обеспечению биологической безопасности, включив ее отдельным разделом в Концепцию национальной безопасности. Проведенные исследования и анализ, полученные результаты работы по формированию Концепции позволили показать, что для обеспечения биологической безопасности страны необходима слаженная и постоянная совместная работа всех профильных (ответственных) ведомств. Целесообразным считаем формирование межведомственных групп для проведения целенаправленной и согласованной работы всех профильных ведомств при участии и поддержке руководства республики. Такой подход в работе по исполнению основных положений Концепции биологической безопасности способен обеспечить достаточный уровень не только биологической безопасности, но и Национальной безопасности Республики Беларусь в целом.

Conclusion. The work carried out to establish the main role and functions of the veterinary service in particular and the Ministry of Agriculture and Food of the Republic of Belarus in general in the issue of ensuring biological safety made it possible to identify the main and ongoing activities in this direction. Also, the results of the analysis of the activities of the Ministry and the Department made it possible to establish areas where it is necessary to strengthen work in the direction of ensuring biological safety. The in-depth analysis of the domestic system and a comparative analysis of foreign approaches to the issue of biological safety made it possible to more widely and fully reveal the very concept of biological safety, its problem and content, made it possible to supplement and improve the existing scheme of work of a number of departments in this direction and form their own Concept for ensuring biological security by including it as a separate section in the National Security Concept. The conducted research and analysis, the results of the work on the formation of the Concept, made it possible to show that in order to ensure the biological safety of the country, coordinated and constant joint work of all relevant (responsible) departments is necessary. We consider it expedient to form interdepartmental groups to carry out purposeful and coordinated work of all relevant departments with the participation and support of the leadership of the republic. Such an approach in the work on the implementation of the main provisions of the Biological Safety Concept is able to provide a sufficient level of not only biological safety, but also the National Security of the Republic of Belarus as a whole.

Список литературы. 1. Арчаков, В. Ю. Обеспечение биологической безопасности в контексте современных вызовов и угроз: анализ зарубежных и отечественных практик / В. Ю. Арчаков, А. Л. Банковский, П. И. Савков // *Новости медико-биологических наук*. – 2021. – Т. 21, № 4. – С. 5–21. 2. Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pravo.by/>. – Дата доступа: 26.09.2021. 3. Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.mshp.gov.by/>. – Дата доступа: 26.09.2021. 4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Биолого-социальные чрезвычайные ситуации. Термины и определения : ГОСТ 22.0.04-97 // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200009375>. – Дата доступа: 06.06.2022. 5. О концепции национальной системы обеспечения биологической безопасности : постановление Совета Министров Республики Беларусь от 22 марта 2022 г. № 161 // Национальный правовой Интернет – портал Республики Беларусь, 25.03.2022, 5/50052.

Referenses. 1. Archakov, V. Iu. Obespechenie biologicheskoi bezopasnosti v kontekste sovremennykh vyzovov i ugroz: analiz zarubezhnykh i otechestvennykh praktik / V. Iu. Archakov, A. L. Bankovskii, P. I. Savkov // *Novosti mediko-biologicheskikh nauk*. – 2021. – Т. 21, № 4. – С. 5–21. 2. Natsionalnyi pravovoi Internet-portal Respubliki Belarus [Elektronnyi resurs]. – Rezhim dostupa: <https://pravo.by/>. – Data dostupa: 26.09.2021. 3. Ministerstvo selskogo khoziaistva i prodovolstviia Respubliki Belarus [Elektronnyi resurs]. – Rezhim dostupa: <https://www.mshp.gov.by/>. – Data dostupa: 26.09.2021. 4. Bezopasnost v chrezvychainykh situatsiiakh. Biologo-sotsialnye chrezvychainye situatsii. Terminy i opredeleniia : GOST 22.0.04-97 // Elektronnyi fond pravovykh i normativno-tekhnicheskikh dokumentov [Elektronnyi resurs]. – Rezhim dostupa: <http://docs.cntd.ru/document/1200009375>. – Data dostupa: 06.06.2022. 5. O kontseptsii natsionalnoi sistemy obespecheniia biologicheskoi bezopasnosti : postanovlenie Soveta Ministrov Respubliki Belarus ot 22 marta 2022 g. № 161 // Natsionalnyi pravovoi Internet – portal Respubliki Belarus, 25.03.2022, 5/50052.

Поступила в редакцию 02.05.2023.

**ЗООНОЗНЫЕ БОЛЕЗНИ В ВОПРОСЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ,
ИХ МОНИТОРИНГ И ПРОФИЛАКТИКА****Субботина И.А. ORCID ID 0000-0001-8346-2988**УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»,
г. Витебск, Республика Беларусь

*В статье рассматривается современная проблема ряда зоонозных заболеваний, таких как трансмиссивные болезни и геморрагические лихорадки, птичий грипп, чума и ряд других. Приведены данные по наиболее актуальным и распространенным болезням на сегодняшний день. Показана их значимость в социально-экономической сфере, основные подходы в профилактике и ликвидации ряда болезней как среди животных, так и среди населения. **Ключевые слова:** зоонозы, трансмиссивные болезни, геморрагические лихорадки, переносчики, резервуары, мониторинг, профилактика.*

ZOONOTIC DISEASES IN THE ISSUE OF BIOLOGICAL SAFETY, THEIR MONITORING AND PREVENTION**Subotsina I.A.**

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

*The article deals with the current problem of a number of zoonotic diseases, such as vector-borne diseases and hemorrhagic fevers, bird flu, plague and a number of others. The data on the most urgent and widespread diseases to date are presented. Shown are their importance in the socio-economic sphere, the main approaches to the prevention and elimination of a number of diseases both among animals and among the population. **Keywords:** zoonoses, vector-borne diseases, hemorrhagic fevers, vectors, reservoirs, monitoring, prevention.*

Введение. Глобальные события последних десятилетий, катаклизмы, катастрофы, неконтролируемая деятельность человека на планете, незаконная деятельность ряда биологических лабораторий, «прорывы» в расшифровке и изучении генома, создании генетически модифицированных организмов и многое другое привели к возвращению и распространению давно забытых болезней, появлению новых и малоизученных болезней и патогенов и их распространению, появляются и распространяются болезни, для лечения и профилактики которых на сегодняшний день не разработаны средства. Каковы будут последствия данных «достижений» - остается только гадать, однако уже сегодня мы все чаще видим их негативный след.

Ситуация с новой коронавирусной инфекцией, наряду с рядом других «новых» инфекций последних лет, показывает тенденцию к распространению именно зоонозных инфекций, общих для различных видов животных и человека, передающихся либо напрямую от больного животного человеку, либо через продукты питания. Сальмонеллез, лептоспироз, листериоз, бешенство, туберкулез, сибирская язва, эхинококкоз, трихинеллез, токсоплазмоз и многие другие зоонозные инфекции и инвазии давно известны всему миру, однако и сегодня не теряют своей актуальности. Однако как ветеринарная, так и гуманитарная медицина давно знакомы с данными болезнями, против них разработаны эффективные средства для профилактики и терапии, что позволяет в целом контролировать данные патологии. Сегодня очень остро стоит вопрос с зоонозными болезнями, для лечения и профилактики которых отсутствуют специфические средства, либо их эффективность низка или изучена недостаточно. Наиболее значимыми патологиями в данной группе являются трансмиссивные инфекционные и инвазионные болезни и природно-очаговые болезни [1, 2, 3, 7]. Среди них все чаще стали появляться сообщения о регистрации геморрагических трансмиссивных лихорадок и болезней, возбудители которых могут передаваться от животных-резервуаров, носителей или переносчиков (лихорадка Западного Нила (актуальна для Республики Беларусь), геморрагическая лихорадка с почечным синдромом (актуальна для Республики Беларусь), Конго-Крымская геморрагическая лихорадка, лихорадка Рифт – Валли, желтая лихорадка и другие). В Африке не прекращаются вспышки Марбурга, Эбола, Ласса [6, 7]. Люди вновь заговорили о черной смерти - чуме, вызываемой *Yersinia pestis*, и других опасных и смертельных болезнях.

Последние годы общественность пугают сообщениями о смертельноопасных болезнях, вызываемых вирусом Хендра, вирусом Ханта, вирусом Зика, вирусом Нипах и рядом других малоизученных, но потенциально опасных возбудителей. Большинство из них объединяет одна особенность – их источником или резервуаром возбудителей данных болезней в природе являются животные (летучие мыши, грызуны, приматы и др.). Данные болезни регистрируются чаще в виде sporadic случаев, однако ученые волнуются об их возможном пандемическом потенциале [1, 2, 3, 4, 5, 7]. Актуальной на сегодня остается проблема прионных болезней. Очень остро на сегодняшний день во всем мире стоит вопрос с птичьим гриппом, особенно с высокопатогенным. Высокопатоген-

ный грипп птиц выявлен в этом году и среди млекопитающих. Передача вируса от птиц млекопитающим вызывает беспокойство экспертов, поскольку это указывает на эволюционный процесс вируса и его лучшую способность к адаптации. Эксперты ВОЗЖ не исключают опасности гриппа птиц и для человека. [3, 5, 6, 7]. Параллельно с птичьим гриппом не остается в стороне и свиной грипп (H1N2, H1N2). Отдельно хочется отметить возрастающую лекарственную устойчивость у отдельных возбудителей болезней - туберкулеза, сальмонеллеза (в первую очередь – у птицы), эшерихиоза, кокковых инфекций и др. В США у собак выделен устойчивый к антигельминтикам тип анкилостомы [1, 2, 3, 5, 6].

Таким образом, мы видим, что заразные (инфекционные и инвазионные) болезни животных и человека являются одними из наиболее значимых опасных биологических факторов, что говорит о необходимости разработки программы и проведения мониторинга биологических рисков.

Цель работы. Разработать программу мониторинга и провести оценку рисков по наиболее значимым заразным болезням (в том числе и зоонозным).

Материалы и методы исследований. Для разработки программы мониторинга и ранжирования биологических рисков был проведен анализ соответствующих правовых актов, законов, постановлений и ряда других документов, содержащих основные положения по перечню биологических рисков, оценке биологических рисков, поиску и подбору возможных индикаторов для оценки и ранжирования рисков. Проводился анализ международных правовых актов, положения международных организаций и комиссий (ВОЗЖ, ФАО, ВОЗ, ЦКЗ и др.). Работа велась в составе межведомственной группы совместно с представителями Министерства здравоохранения Республики Беларусь, Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, Национальной Академии Наук Республики Беларусь, при поддержке и курировании со стороны Совета Министров и Совета Безопасности Республики Беларусь.

Результаты исследований. В результате проведенного анализа и исследований было установлено, что основными направлениями деятельности по мониторингу биологических рисков и управлению ими являются: оценка и ранжирование внутренних и внешних биологических рисков во всех стратегических направлениях по обеспечению биологической безопасности; разработка на основе критериев оценки биологических рисков прогноза развития возможного их влияния на биологическую безопасность; оценка эффективности реализации мероприятий, направленных на обеспечение биологической безопасности, при необходимости – их корректировка.

Критериями оценки состояния биологической безопасности людей и животных в отношении болезней людей и животных служат следующие показатели: вероятность завоза среди населения, вероятность завоза среди животных, вероятность передачи от животных к человеку и через продукцию, контагиозность возбудителя, тяжесть последствий для здоровья населения, тяжесть последствий для здоровья животных, доступность вакцинопрофилактики, эпидемический потенциал, эпизоотический потенциал, экономический ущерб (социально-экономический ущерб).

Индикаторами эпизоотического и эпизоотологического риска биологической безопасности являются инфекционные болезни человека и заразные болезни животных, для которых уровень риска оценивается с помощью установленных критериев с использованием порядковой шкалы (высокий риск – 3 балла, средний – 2 балла, низкий – 1 балл, риск отсутствует – 0). Совокупный уровень риска для отдельной нозологической формы заболевания определяется на основании суммирования баллов, полученных при анализе каждого из критериев, и в зависимости от суммы баллов распределяется на три группы риска: высокий, средний, низкий. Так, например, при ранжировании болезней человека получили: 1 группа – грипп, корь, оспа натуральная, холера, чума; 2 группа – эпидемический брюшной тиф, ТОРС, САРС, полиомиелит (дикий), малярия, желтая лихорадка, ГЛПС. Общие (зоонозные) болезни: 1 группа – Ауески, бешенство, бруцеллез, коронавирусная (типичная), криптоспориоз, ротавирусная, сальмонеллез, сибирская язва, трихофития/микроспория, туберкулез, хламидиоз, эшерихиоз, эхинококкоз лярвальный, ящур; 2 группа – дирофиляриоз, Зика, клещевой энцефалит, ККГЛ, лайм-боррелиоз, лептоспироз, листериоз, лихорадка долины Рифт, лихорадка Западного Нила, лямблиоз, Нипах, некробактериоз, описторхоз, пастереллез, столбняк, стрептококкоз, стронгилоидоз, токсоплазмоз, трихинеллез, туляремия, фасциолез, Хендра, цепни, цистицеркозы и т.д.

Выявление индикатора (болезни) среднего и высокого уровней риска требует от республиканских органов государственного управления принятия решений о необходимости, объеме и сроках проведения санитарно-противоэпидемических, противоэпизоотических и иных мероприятий, направленных на минимизацию влияния риска на санитарно-эпидемиологическое и эпизоотическое благополучие.

Данную оценку уровня риска наиболее целесообразно проводить при возникновении групповых случаев инфекционного заболевания либо спорадических случаев заболеваний человека

и животного, при подготовке к проведению массовых мероприятий с международным участием на территории Республики Беларусь и в других случаях.

Для защиты населения, животных и охраны окружающей среды от воздействия опасных биологических факторов и предотвращения биологических угроз осуществляется комплекс следующих наиболее значимых мер:

- осуществление санитарно-карантинного, ветеринарно-санитарного и карантинного фитосанитарного контроля (надзора), в том числе инвазивных видов, запрещенных к ввозу на территорию республики, в пунктах пропуска через Государственную границу Республики Беларусь;

- введение ограничительных мероприятий в порядке, предусмотренном законодательством;

- проведение мониторинга циркуляции возбудителей инфекционных заболеваний на объектах окружающей среды, в том числе на территории природных очагов;

- разработка и внедрение в практическую деятельность средств и методов индикации и идентификации ПБА – возбудителей новых, редких и (или) ранее не встречавшихся на территории Республики Беларусь инфекционных и паразитарных болезней;

- усовершенствование методов, средств и технологии иммунопрофилактики, диагностики и лечения инфекционных болезней человека и заразных болезней животных, в том числе новых, редких и (или) ранее не встречавшихся на территории Республики Беларусь;

- усовершенствование методов антибактериальной терапии инфекционных заболеваний людей и заразных болезней животных;

- развитие сети лабораторий (центров), референс-центров, осуществляющих диагностику инфекционных болезней людей и заразных болезней животных;

- соблюдение требований биологической безопасности при осуществлении ветеринарной деятельности;

- обеспечение контроля за состоянием мест утилизации и захоронения трупов животных и продуктов животного происхождения в соответствии с требованиями законодательства в области ветеринарной деятельности;

- контроль за осуществлением хозяйственной деятельности в пределах санитарно-защитной зоны сибиреязвенных захоронений;

- введение ограничений на отпуск и реализацию лекарственных средств, предназначенных для лечения инфекционных и паразитарных болезней, вызываемых патогенными микроорганизмами и условно-патогенными микроорганизмами, в целях исключения их применения при отсутствии медицинских показаний;

- введение запрета на использование фармацевтических субстанций при разведении, выращивании и содержании животных;

- введение запрета на применение лекарственных средств, предназначенных для лечения инфекционных и паразитарных болезней животных без клинического подтверждения диагноза, а также запрета на продолжение применения таких средств при отсутствии эффективности лечения (за исключением случаев, определенных законодательством);

- формирование в составе коллекций патогенных микроорганизмов и вирусов типовых наборов штаммов микроорганизмов и вирусов, состоящих из патогенов, обладающих резистентностью, а также стандартизация и объединение в единую базу данных всех баз данных геномов указанных микроорганизмов и вирусов;

- разработка и применение агротехнических методов, использование которых обеспечит условия, препятствующие формированию болезней и репродукции пагубных микроорганизмов, и условия, повышающие защитные свойства культур растений;

- проведение фундаментальных и прикладных научных исследований в области биологической безопасности;

- создание информационной базы данных по биологической безопасности, содержащей информацию для органов государственного управления в сфере биологической безопасности (перечень экспертов по направлениям, актуальный список действующих законов, подзаконных актов, технических регламентов, методических указаний Республики Беларусь и Евразийского экономического союза, а также акты международных организаций);

- развитие кадрового потенциала, обеспеченности и подготовки кадров в системе мониторинга биологической безопасности;

- разработка системы оценки экономического и социального ущерба, нанесенного окружающей среде и здоровью человека в результате нарушения установленных правовых и иных мер по обеспечению биологической безопасности.

Заключение. Для эффективной профилактики и борьбы с заразными (инфекционными и инвазионными) болезнями животных и человека (как одними из наиболее значимых опасных биологических факторов) необходима разработка программы и проведение мониторинга биологических рисков. Для оценки состояния биологической безопасности по данным рискам

необходимо обозначить основные критерии и индикаторы оценки рисков, определить их пороговые значения. Проведение мониторинга и оценки рисков позволит своевременно разработать и провести мероприятия, направленные на защиту населения, животных и охрану окружающей среды от воздействия опасных биологических факторов, нейтрализацию биологических угроз, создание и развитие системы мониторинга биологических рисков.

Conclusion. For effective prevention and control of contagious (infectious and parasitic) diseases of animals and humans (as one of the most significant biological hazards), it is necessary to develop a program and monitor biological risks. To assess the state of biological safety according to these risks, it is necessary to identify the main criteria and indicators of risk assessment, and determine their threshold values. Monitoring and risk assessment will allow timely development and implementation of measures aimed at protecting the population, animals and the environment from the effects of hazardous biological factors, neutralizing biological threats, creating and developing a system for monitoring biological risks.

Список литературы. 1. Астапов, А. Н. Кleshchevye infektsii v Belarusi: epidemiologiya, klinika, profilaktika [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.bsmu.by/page/6/4704/>. – Дата доступа : 05.08.2020. 2. Волков, М. С. Особо опасные болезни – угроза промышленному птицеводству / М. С. Волков, Д. А. Лозовой, В. Н. Ирза // Аграрникъ. – 2018. – № 3 (83). – С. 28–31. 3. Мишаева, Н. П. Мультизараженность иксодовых клещей возбудителями вирусно-бактериальных инфекций в Республике Беларусь / Н. П. Мишаева, С. А. Дракина, В. А. Стегний // Национальные приоритеты России. – 2011. – №2 (5). – С. 43–44. 4. Островский, А. М. Иксодовые клещи – переносчики трансмиссивных инфекций в Беларуси / А. М. Островский // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. – 2017. – Т. 26, № 4. – С. 16–36. 5. <https://rr-europe.oie.int/ru/%D0%BE-%D0%BC%D1%8D%D0%B1/> 6. <https://www.fao.org/home/ru>. 7. <https://www.who.int/ru>.

References. 1. Astapov, A. N. Kleshchevye infektsii v Belarusi: epidemiologiya, klinika, profilaktika [Elektronnyi resurs]. – Rezhim dostupa : <https://www.bsmu.by/page/6/4704/>. – Data dostupa : 05.08.2020. 2. Volkov, M. S. Osobo opasnye bolezni – ugroza promyshlennomu ptitsevodstvu / M. S. Volkov, D. A. Lozovoi, V. N. Irza // Agrarnikie. – 2018. – № 3 (83). – S. 28–31. 3. Mishaeva, N. P. Multizarazhennost iksodovykh kleshchei vzbuditeliyami virusno-bakterialnykh infektsii v Respublike Belarus / N. P. Mishaeva, S. A. Drakina, V. A. Stegnii // Natsionalnye prioritety Rossii. – 2011. – №2 (5). – S. 43–44. 4. Ostrovskii, A. M. Iksodovye kleshchi – perenoschiki transmissivnykh infektsii v Belarusi / A. M. Ostrovskii // Samarskaia Luka: problemy regionalnoi i globalnoi ekologii. – 2017. – T. 26, № 4. – S. 16–36. 5. <https://rr-europe.oie.int/ru/%D0%BE-%D0%BC%D1%8D%D0%B1/>. 6. <https://www.fao.org/home/ru>. 7. <https://www.who.int/ru>.

Поступила в редакцию 02.05.2023.

DOI 10.52368/2078-0109-2023-59-2-73-77
УДК 636.2.053.087

ИЗУЧЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В РАЦИОНАХ ТЕЛЯТ СУХОЙ ПЛАЗМЫ КРОВИ

Сыса Л.В., Сыса С.А.

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

В статье описана эффективность профилактического использования в рационах телят сухой плазмы крови, пути повышения общего белка, способствующие повышению резистентности. При применении плазмы в рационе телят отмечали, что животные были подвижны, активны, аппетит выражен, был установлен низкий процент заболеваемости (3-4%), лучше привесы (на 10-15%), летальности не наблюдалось. В контрольной группе особых изменений не наблюдалось с момента постановки на опыт, отдельные животные были малоподвижные, наблюдалось понижение аппетита, процент заболеваемости (8-12%). **Ключевые слова:** иммунитет, молодняк крупного рогатого скота, показатели крови, стресс, сухая плазма свиной крови, телята, резистентность.

STUDY OF THE EFFECTIVENESS OF THE USE OF DRY BLOOD PLASMA IN CALVES' DIETS

Sysa L.V., Sysa S.A.

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

The article describes the effectiveness of preventive use of dry blood plasma in calves' diets, ways to increase total protein, contributing to increased resistance. When plasma was used in the calves' diet, it was noted that the animals were mobile, active, appetite was expressed, a low percentage of morbidity was established (3-4%), weight gain was better (by 10-15%), mortality was not observed. In the control group, no special changes were observed from the moment of the experiment, some animals were sedentary, there was a decrease in appetite, the percentage of morbidity (8-12%). **Keywords:** immunity, young cattle, blood parameters, stress, dry plasma of pig blood, calves, resistance.

Введение. Для успешного развития животноводства одной из важных, и даже основных, задач является создание животным оптимальных условий кормления и содержания, которые обеспечат их крепкое здоровье и высокую продуктивность. Клиническое состояние сельскохозяйственных животных зависит от уровня естественной резистентности организма, их восприимчивости к болезням, наследственности, полученной от родителей, а также от условий и типа содержания, непосредственно от качества и безвредности кормов, питьевой воды, состояния микроклимата животноводческих помещений [1].

Важной частью хорошего иммунитета является правильно сбалансированный рацион коров в период стельности, содержание их в помещениях, соответствующих зоотехническим нормам, проведение витаминизаций и вакцинаций в срок и ряд других факторов [6].

Современное промышленное животноводство сталкивается с проблемой в поддержании на высоком уровне у сельскохозяйственных животных нормального микробиоценоза пищеварительного тракта. Переболевшие животные отстают в росте и развитии, а также длительное время могут являться скрытыми носителями патогенных и условно-патогенных микроорганизмов. Важнейшую роль в этиологии заболеваний желудочно-кишечного и респираторного тракта именно молодых животных играют бактериальные и вирусные агенты. К ним относятся вирусы диареи, инфекционного ринотрахеита, рота-, корона- и парвовирусной инфекции, сальмонеллы, эшерихии, кокки. Одновременное и последовательное инфицирование телят данными возбудителями приводит к длительному течению болезни, нарушению роста и развития, снижению продуктивности и племенной ценности в будущем, и к неблагополучию хозяйств в целом [2].

Одним из «пусковых механизмов» поражения животных инфекционными заболеваниями является снижение иммунологической реактивности организма. Этому предшествует ряд факторов – слабость иммунной системы молодняка, пищевые токсикозы, недостаточное и несбалансированное по различным компонентам кормление, стрессовое состояние и др. [3].

Данные факторы снижают устойчивость животных к инфекционным заболеваниям, и иммунная система оказывается не в состоянии противостоять возбудителям даже с невысокой патогенностью [5].

В настоящее время в животноводстве большое внимание уделяется производству кормовых добавок и средств лечебно-профилактического действия, направленных на стимуляцию неспецифического иммунитета животных, профилактику и лечение смешанных желудочно-кишечных инфекций и инвазий [4].

Одной из высокоценных протеиновых добавок является плазма крови. Представляет собой порошок, который состоит из протеина (до 92% от состава) с высокой степенью усвоения - до 93%. В состав сухой плазмы входят иммуноглобулины и альбумины. Использование данной добавки в предстартовых комбикормах для телят дает возможность значительно улучшить потребление корма животными. Однако на сегодняшний день в животноводстве сухие кормовые добавки, получаемые при переработке крови, пока не используются в полной мере, в силу своей дороговизны, они появились относительно недавно, и нет достаточной информации в литературных данных об их свойствах.

Целью наших исследований явилось изучение влияния различных дозировок сухой плазмы, полученной из свиной крови, на эффективность выращивания молодняка крупного рогатого скота.

Материалы и методы исследований. Для определения эффективности ввода в рационы телят сухой плазмы свиной крови нами были сформированы три группы телят по 10 голов в каждой со средней начальной массой 40-45 кг. Группы формировали по принципу аналогов с учетом возраста и живой массы.

Схема скармливания сухой плазмы крови телятам показана в таблице 1.

Таблица 1 – Схема экспериментального скармливания плазмы сухой свиной телятам

Группа	Количество животных в группе	Условия кормления
1 (контрольная)	10	ОР* (молоко, КР-1, КР-2, кукуруза, соевый шрот, сено, сенаж, силос)**
2	10	ОР + сухая плазма свиной крови (10 грамм в первый месяц, 7 грамм во второй месяц и 5 грамм в третий месяц выращивания на голову в сутки)
3	10	ОР + сухая плазма свиной крови (15 грамм в первый месяц, 10,5 грамм во второй месяц и 7,5 грамм в третий месяц выращивания на голову в сутки)

Примечания: *основной рацион; **корректировка рационов осуществлялась ежемесячно.

Как видно из таблицы 1, рационы телят корректировали ежемесячно. В состав рационов всех групп животных входили следующие корма: молоко цельное, комбикорма КР-1 и КР-2, целое зерно кукурузы, соевый шрот, сено злаковое, сенаж злаковых многолетних трав, силос кукурузный. Дополнительно телятам второй группы в составе цельного молока скармливали сухую плазму крови в количестве 10 грамм на голову в сутки в первый месяц выращивания, 7 грамм на голову в сутки во второй месяц выращивания и 5 грамм на голову в сутки в третий месяц выращивания. Корректировка дозирования скармливания сухой плазмы крови происходила по возрасту подопытных телят, а не по периоду от начала исследований. Телятам третьей опытной группы в составе цельного молока скармливали сухую плазму крови в дозировке 15 грамм на голову в сутки в первый месяц выращивания, 10,5 грамм на голову в сутки во второй месяц выращивания и 7,5 грамм на голову в сутки в третий месяц выращивания. Продолжительность предварительного периода составила 3 дня, учетного – 74.

Условия содержания подопытных животных между группами были одинаковые: кормление в соответствии с нормами, поение из ведра, содержание беспривязное.

Каждый день проводили оценку клинического статуса животных, учитывали заболеваемость, смертность, летальность.

В начале и в конце опыта проводили взвешивание животных, для анализа прироста живой массы при профилактическом применении сухой плазмы крови в рационе животных.

В процессе проведения нашего исследования применялись клинические, биохимические и математические методы анализа исследований.

Отбор проб крови проводился через 2-2,5 часа после кормления из яремной вены дважды в начале и в конце нашего исследования, с соблюдением правил асептики и антисептики, в две сухие чистые пробирки. В одной из пробирок кровь стабилизировали гепарином (2,0 ЕД/мл), а другую использовали для получения сыворотки [8].

В крови определяли морфологический состав крови, биохимический состав сыворотки крови (гемоглобин, общий белок с фракциями, мочевины, глюкоза, холестерин, триглицериды, креатинин, билирубин общий) на биохимическом анализаторе [9].

Результаты исследований. Анализ морфологических и биохимических показателей крови подопытных животных показал, что использование различных дозировок сухой плазмы крови в рационе не оказывает отрицательное влияние на показатели крови, а наоборот улучшает.

По условиям нашего опыта мы подбирали в группы животных более ослабленных, со сниженной резистентностью, подверженных различным заболеваниям. Так из таблицы 2 видно, что у телят всех групп до обработки препаратами крови количество эритроцитов находилось либо на нижней границе нормы, либо даже ниже нормы, наблюдалось повышенное содержание тромбоцитов у всех групп животных, у некоторых животных отмечалось увеличение СОЭ, увеличение количества лейкоцитов. Количество гемоглобина у животных находилось на нижней границе нормы.

Таблица 2 – Морфологические показатели крови телят

Группы	Лейкоциты, $10^9/\text{л}$	Эритроциты, $10^{12}/\text{л}$	Гемоглобин, г/л	СОЭ, мм/ч	Тромбоциты, $10^9/\text{л}$
1-й день опыта до применения препаратов					
Норма	4,5-12	5,0-7,5	90-120	0,6-0,8	260-700
1 (контрольная)	13,8±0,42	5,03±0,34	93,9 ±3,34	0,9±0,02	850±130,2
2	12,3±1,15*	5,01±0,21*	93,5 ±3,79*	0,83±0,12*	850±104,1*
3	12,9±0,75*	4,82±0,20*	96,5±1,20*	0,81±0,10*	880±131,5*
74-й день опыта					
1 (контрольная)	13,6±0,42	5,03±0,34	93,9 ±3,34	0,85±0,02	855±80,2
2	10,3±1,15*	5,86±0,21*	98,5 ±3,79*	0,74±0,15*	525,0±102,1*
3	9,2±0,75*	6,32±0,20*	100,5±1,20*	0,7±0,10*	440±126,5*

Примечание: * $p \leq 0,05$.

По данным таблицы 2, у телят, получавших в своем рационе сухую плазму крови (2 и 3 группа животных), в конце опыта регистрировались улучшения в показателях крови, тогда как в контрольной группе показатели у ряда животных отличались от таковой и показывали на наличие (развитие) у животных патологических процессов. Наилучшие результаты показала третья опытная группа, получавшая в составе молочных кормов сухую плазму свиной крови в наиболее высоких количествах (15, 10,5 и 7,5 грамм на голову в сутки в соответствии с месяцами выращивания). Так, увеличилось количество эритроцитов ($6,32 \pm 0,20 \cdot 10^{12}/\text{л}$) и концентрация гемоглобина ($100,5 \pm 1,20 \text{ г/л}$), снизилось количество лейкоцитов в крови ($9,2 \pm 0,75 \cdot 10^9/\text{л}$), снизилось содержание СОЭ ($0,7 \pm 0,10 \text{ мм/ч}$) и число тромбоцитов ($440 \pm 126,5 \cdot 10^9/\text{л}$).

По данным биохимических показателей крови телят (таблица 3) видно, что у животных всех групп в начале опыта наблюдалось: гипопроотеинемия, содержание альбуминов находилось на нижней границе нормы, активность таких ферментов, как АсАТ, АлАТ была повышена, содержание креатинина находилось ниже нормы, повышение уровня билирубина, у некоторых животных уровень глюкозы был понижен.

При использовании изучаемых дозровок сухой плазмы крови в составе молочных кормов анализируемые биохимические показатели крови в ходе испытаний постепенно пришли к физиологическим нормам, в то время как в контрольной группе на протяжении всего опыта положительная динамика была незначительна, что говорит нам о протекании (развитии) патологических процессов у животных.

Наилучшие показатели были в 3 группе животных: выросли показатели общего белка ($78,6 \pm 1,22$ г/л) и альбуминов ($35,7 \pm 0,71$ г/л), а также повысился уровень глюкозы ($3,65 \pm 0,13$ ммоль/л), снизилась активность в сыворотке крови аспаратаминотрансферазы (АсАТ) и аланинаминотрансферазы (АлАТ) ($0,43 \pm 0,12$ и $0,41 \pm 0,13$ мккат/л соответственно) в зависимости от роста продуктивности молодняка крупного рогатого скота, понизился уровень билирубина ($5,26 \pm 1,06$ мкмоль/л) (таблица 3).

Следует отметить, что в группе животных, которой задавали сухую плазму не отмечалось заболеваемости желудочно-кишечными и респираторными патологиями, отмечали более высокие привесы, летальности не наблюдалось. Животные опытных групп были подвижны, активны, аппетит выражен.

В контрольной группе отдельные животные (4%) были малоподвижные, вялые, наблюдалось понижение аппетита и у животных отмечалась диарея.

Таблица 3 – Биохимические показатели крови телят

Показатель	Группа			Норма
	1 (контрольная)	2	3	
1-й день опыта до применения препаратов				
Общий белок, г/л	65,5±1,66	68,1±2,26*	69,6±1,02*	72-86
Альбумины, г/л	24,8±0,57	21,1±0,91*	23,7±0,72*	18-46
Креатинин, мкмоль/л	66,7±2,78	72,9±2,35*	74,5±3,15*	88-177
Глюкоза, ммоль/л	2,65±0,32	3,35±0,25*	3,33±0,13*	2,5-3,88
АсАТ, ед./л	0,65±0,04	0,62±0,03*	0,7±0,43*	0,10-0,55
АлАТ, ед./л	0,74±0,04	0,69±0,09*	0,78±0,03*	0,10-0,68
Билирубин, мкмоль/л	8,02±1,60	9,84±1,20*	8,16±1,26*	1,71-8,0
74-й день опыта				
Общий белок, г/л	68,5±1,66	75,1±2,16*	78,6±1,22*	72-86
Альбумины, г/л	29,8±0,57	32,1±0,81*	35,7±0,71*	18-46
Креатинин, мкмоль/л	72,7±2,78	92,9±1,35*	99,5±2,15*	88-177
Глюкоза, ммоль/л	2,5±0,32	3,45±0,25*	3,65±0,13*	2,5-3,88
АсАТ, ед./л	0,63±0,04	0,50±0,03*	0,43±0,12*	0,10-0,55
АлАТ, ед./л	0,71±0,14	0,56±0,09*	0,41±0,13*	0,10-0,68
Билирубин, мкмоль/л	8,01±0,60	6,84±1,15*	5,26±1,06*	1,71-8,0

Примечание. * $p \leq 0,05$.

Во время опыта применения сухой плазмы крови в различных дозировках молодняку крупного рогатого скота вели учет привеса живой массы животных (таблица 4). Начальная живая масса при постановке на опыт составила в среднем 45 кг. Наилучшее увеличение среднесуточной продуктивности молодняка крупного рогатого скота ($865 \pm 30,8$ грамм) наблюдалось во второй группе животных.

Таблица 4 – Динамика живой массы молодняка крупного рогатого скота

Показатель	Группа		
	1 (контрольная)	2	3
Живая масса в начале опыта, кг	$45,1 \pm 1,76$	$45,5 \pm 1,56^*$	$44,7 \pm 1,94^*$
Живая масса в конце опыта, кг	$99,7 \pm 5,11$	$107,9 \pm 3,71^*$	$104,5 \pm 2,47^*$
Среднесуточный привес за опыт, г	$765 \pm 51,4$	$855,1 \pm 30,8^*$	$809,7 \pm 16,2^*$

Примечание. * $p \leq 0,05$.

Закключение. Скармливание сухой плазмы крови телятам в первые три месяца выращивания положительно влияет на белковый обмен, что в свою очередь влияет на повышение резистентности

организма и на общий обмен веществ, животные были подвижны, активны, аппетит выражен, был установлен низкий процент заболеваемости (3-4%), лучшие привесы (на 10-15%).

Conclusion. Feeding dry blood plasma to calves in the first three months of rearing has a positive effect on protein metabolism, which in turn affects the increase in resistance of the body and the overall metabolism, the animals were mobile, active, appetite was expressed, a low percentage of morbidity was established (3-4%), better weight gain (10-15%).

Список литературы. 1. Ветеринарная энциклопедия : в 2 т. / С. С. Абрамов [и др.] ; ред. А. И. Ятусевич. – Минск : Беларуская Энцыклапедыя імя Петруся Броўкі, 2013. – Т. 1 : А–К. – 463 с. 2. Сыса, С. А. Динамика морфологических и биохимических показателей крови при комплексном лечении дисбиозов телят / С. А. Сыса // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». – 2017. – Т. 53, № 2. – С. 145–148. 3. Иммуитет и его коррекция в ветеринарной медицине / П. А. Красочко [и др.] ; ред. П. А. Красочко ; Белорусский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии, Витебская государственная академия ветеринарной медицины. – Смоленск, 2001. – 340 с. 4. Иммунокоррекция в клинической ветеринарной медицине / П. А. Красочко [и др.] ; ред. П. А. Красочко. – Минск : Техноперспектива, 2008. – 507 с. 5. Интизаров, М. М. Микрофлора тела животных / М. М. Интизаров. – Москва : МБА, 1994. – 122 с. 6. Максимович, В. В. Общая эпизоотология : учебное пособие для студентов высших учебных заведений по специальности «Ветеринарная медицина» / В. В. Максимович. – Минск : ИВЦ Минфина, 2009. – 222 с. 7. Нормативные требования к показателям обмена веществ у животных при проведении биохимических исследований крови : рекомендации / С. В. Петровский [и др.] ; Витебская государственная академия ветеринарной медицины. – 2-е изд., стер. – Витебск : ВГАВМ, 2020. – 67 с. 8. Практикум по клинической диагностике болезней животных : учебное пособие для студентов вузов по специальности «Ветеринария» / М. Ф. Васильев [и др.] ; ред. Е. С. Воронин. – М.: КолосС, 2004. – 269 с. 9. Справочник врача ветеринарной медицины / С. С. Абрамов [и др.] ; ред. А. И. Ятусевич. – Минск : Техноперспектива, 2007. – 971 с.

Referenses. 1. Veterinarnaia entsiklopediia : v 2 t. / S. S. Abramov [i dr.] ; red. A. I. Iatusevich. – Minsk : Belaruskaiia Entsiklapediia imia Petrusia Brojki, 2013. – T. 1 : A–K. – 463 s. 2. Sysa, S. A. Dinamika morfologicheskikh i biokhimicheskikh pokazatelei krovi pri kompleksnom lechenii disbiozov teliat / S. A. Sysa // Uchenye zapiski uchrezhdeniia obrazovaniia «Vitebskaia ordena «Znak Pocheta» gosudarstvennaia akademiia veterinarnoi meditsiny». – 2017. – T. 53, № 2. – S. 145–148. 3. Immunitet i ego korrektsiia v veterinarnoi meditsine / P. A. Krasochko [i dr.] ; red. P. A. Krasochko ; Belorusskii nauchno-issledovatel'skii institut eksperimentalnoi veterinarii, Vitebskaia gosudarstvennaia akademiia veterinarnoi meditsiny. – Smolensk, 2001. – 340 s. 4. Immunokorreksiia v klinicheskoi veterinarnoi meditsine / P. A. Krasochko [i dr.] ; red. P. A. Krasochko. – Minsk : Tekhnoperspektiva, 2008. – 507 s. 5. Intizarov, M. M. Mikroflora tela zhivotnykh / M. M. Intizarov. – Moskva : MBA, 1994. – 122 s. 6. Maksimovich, V. V. Obshchaia epizootologiya : uchebnoe posobie dlia studentov vysshikh uchebnykh zavedenii po spetsialnosti «Veterinarnaia meditsina» / V. V. Maksimovich. – Minsk : IVTs Minfina, 2009. – 222 s. 7. Normativnye trebovaniia k pokazateliam obmena veshchestv u zhivotnykh pri provedenii biokhimicheskikh issledovaniï krovi : rekomendatsii / S. V. Petrovskii [i dr.] ; Vitebskaia gosudarstvennaia akademiia veterinarnoi meditsiny. – 2-e izd., ster. – Vitebsk : VGAVM, 2020. – 67 s. 8. Praktikum po klinicheskoi diagnostike boleznei zhivotnykh : uchebnoe posobie dlia studentov vuzov po spetsialnosti «Veterinariia» / M. F. Vasilev [i dr.] ; red. E. S. Voronin. – M.: KolosS, 2004. – 269 s. 9. Spravochnik vracha veterinarnoi meditsiny / S. S. Abramov [i dr.] ; red. A. I. Iatusevich. – Minsk : Tekhnoperspektiva, 2007. – 971 s.

Поступила в редакцию 02.05.2023.

DOI 10.52368/2078-0109-2023-59-2-77-83

УДК 636: 618.19-002 + 615.036.8

КОПЫТНЫЕ ВАННЫ В СИСТЕМЕ МЕРОПРИЯТИЙ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЗДОРОВЬЯ КОПЫТЕЦ КОРОВ

*Тюрин В.Г. ORCID ID 0000-0002-0153-9775, *Родионова Н.В. ORCID ID 0000-0001-5860-5668,
**Семенов В.Г. ORCID ID 0000-0002-0349-5825, **Косяев Н.И. ORCID ID 0000-0002-4474-4541,
**Паторов Д.А. ORCID ID 0000-0001-7102-7612, **Алексеев Р.М. ORCID ID 0000-0002-4270-7261,
Авылов Ч.К. ORCID ID 0000-0002-5301-1040, *Капитонова Е.А. ORCID ID 0000-0003-4307-8433

*ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МБА им. К.И. Скрябина», г. Москва, Российская Федерация

**Чувашский государственный аграрный университет, г. Чебоксары, Российская Федерация
***ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств»,

г. Москва, Российская Федерация

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

Во всем мире в дойных стадах крупного рогатого скота широко распространена хромота. До 25% высокопродуктивных коров стада могут хромать одновременно, что наносит значительный ущерб, отражающийся главным образом на молочной продуктивности, и приводит к финансовым потерям. По результатам исследования отчетливо видна картина снижения случаев межпальцевого дерматита при применении копытных ванн. В опытной группе выявленные случаи Мортелларо имели легкую форму М1, легко под-

давались лечению повязками с порошком, состоящим из оксида цинка, борной кислоты, ацетилсалициловой кислоты, Эгоцина 20 (1:1:1:0,5), полученный порошок накладывали бинтом и укрепляли на копыто специальным копытным тканевым скотчем. При двукратной смене повязок с интервалом 3 дня наблюдалась регенерация кожного покрова и исчезновение клинических признаков болезни. В контрольной группе выявленные случаи были в стадии от M1 до M3. Характер заболеваний был средний, при трехкратной смене лечебной повязки срок выздоровления у заболевших коров составил 9 суток. **Ключевые слова:** коровы, копыта, профилактика, дезинфекция, Мортелларо.

HOOF BATHS IN THE SYSTEM OF MEASURES TO ENSURE THE HEALTH OF THE HOOVES OF COWS

*Tyurin V.G., *Rodionova N.V., **Semenov V.G., **Kosyaev N.I. **Patorov D.A.,
Alekseev R.M., *Avlyov C.K., ****Kapitonova E.A.

*Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology - MVA named after K.I. Scriabin,
Moscow, Russian Federation

**Chuvash State Agrarian University, Cheboksary, Russian Federation

***Moscow State University of Food Production, Russian Federation

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

Lameness is widespread in dairy cattle herds all over the world. Up to 25% of highly productive cows of the herd can go lame at the same time, which causes significant damage, mainly affecting dairy productivity, and leads to financial losses. The findings make clearly visible the picture of a decrease in cases of interdigital dermatitis when using hoof baths. In the experimental group, the identified cases of Mortellaro disease had a mild form of M1, which were easily treated with bandages containing powder with zinc oxide, boric acid, acetylsalicylic acid, Egocin 20 (1:1:1:0,5). The resulting powder was applied with a bandage and fixed on the hoof with a special hoof cloth tape. After a double change of dressings with an interval of 3 days, regeneration of the skin and disappearance of clinical signs of the disease were observed. In the control group, the detected cases were in the stage from M1 to M3. The nature of the diseases was medium, with a three-time change of the therapeutic dressing, the recovery time for sick cows was 9 days.
Keywords: cows, hooves, prevention, disinfection, mortellaro.

Введение. Внедрение технологий интенсивного ведения скотоводства и разведение высокопродуктивных животных неуклонно сопровождаются ростом заболеваемости копытцев у коров. Данная группа заболеваний конечностей приносит значительный экономический ущерб, обусловленный высокой частотой их распространения в Российской Федерации и за рубежом.

Межпальцевый дерматит (болезнь Мортелларо) – инфекционное заболевание копытцев крупного рогатого скота, поражающее преимущественно задние конечности, передающееся через окружающую среду. Возбудителем заболевания является совокупность бактерий. Болезнь Мортелларо копыт крупного рогатого скота нередко относят к одной из самых распространенных и сложных заболеваний копыт в молочном скотоводстве во многих странах СНГ и Европы. Будучи не сильно заразным (контагиозным), он способен поражать до 70% стада, что приводит к значительному экономическому ущербу. Заболевание приводит к малоактивности и залеживанию, снижению производительности молока, ухудшению конверсии кормления, ухудшению воспроизводительных функций коров, а также к большим расходам на профилактику и лечение, нередко заканчивается выбраковкой животных. Исследуемое заболевание встречается практически на всех молочно-товарных фермах мира, поэтому чтобы знать, как профилировать данное заболевание, необходимо понимать причины возникновения и симптоматику течения [1].

Взгляды на этиологию болезни Мортелларо разнятся. Большинство исследователей считают, что заболевание возникает из-за жизнедеятельности бактерий. Меньшая часть ученых, например, исследователи из Эдинбургского университета, предполагают, что также наследственность влияет на появление этого заболевания. Несмотря на расхождение теорий происхождения заболевания, стоит рассмотреть фактические причины, которые, вероятно, приведут к появлению этого заболевания [2]:

- Антисанитарные условия и высокая влажность в коровнике. При данных условиях до 80% коров стада не смогут избежать заражения. Кроме того, роговая ткань копыт быстро впитывает лишнюю влагу, которая приводит к размягчению ткани, что значительно увеличивает возможность травмирования конечностей и, соответственно, снижения иммунного статуса животных.

- Бетонные полы в коровнике. При бетонных полах, которые являются самыми распространенными в использовании, влага никуда не уходит, что приводит к улучшению условий для размножения бактерий. Исходя из этого, благодаря многочисленным исследованиям и наблюдениям, риск межпальцевого дерматита будет ниже, если коровы будут размещены на решетчатом полу с навозным скребком [3, 5].

Исходя из литературных данных, можно установить, что в последнее десятилетие выделен широкий спектр потенциальных возбудителей болезни Мортелларо. Исследователи большинства стран пришли к выводу, что преобладающими морфотипами, обнаруживаемыми из активных очагов

болезни, и основными возбудителями болезни Мортелларо являются трепонемы, различающиеся по филогенетическим и серологическим характеристикам [4].

Полученные виды *Treponema* определяются в три группы: *Treponema medium* / *Treponema vincentii*; *Treponema phagedenis*; *Treponema pedis* – ранее классифицировалась как *Treponema denticola* / *Treponema putidum*.

Патогенез заболевания связан с проникновением трепонем в кожу копыта после повреждения эпидермиса и ороговевшего слоя. Потеря кератинового слоя является основным признаком развития болезни Мортелларо. Предполагается, что возбудители трепонем выделяют кератолитический токсин на ранней стадии заболевания. Это сопровождается гиперплазией и гипертрофией эпителия более чем до 100 клеток в сутки, это 1 мм, с нормальной толщиной 5-70 клеток (Blowey et al., 1994; Döpfer et al., 1997). Бактерии *Dichelobacter nodosus*, секретируя протеолитические ферменты, разрушают последовательно поверхностные и центральные слои эпидермиса, после чего в незащищенные слои эпидермиса проникают спирохеты фило типов PT1, PT3, PT6, PT8 и *Treponema brennaborensis*, обитающие в глубоких слоях эпидермиса кожи. Трепонемы могут претерпевать морфологические изменения от спиралевидной формы к кистозной. Переход в форму кист происходит внутри хозяина как проявление защитного механизма и один из путей передачи инфекционного агента во внешнюю среду. Для перехода комфортна температура 37°C и анаэробная среда, которая вполне достигается в глубоких слоях копытной кожи [6, 7].

Межпальцевый дерматит не всегда выявляется ярко. Частые симптомы: хромота, сниженный аппетит с меньшим подходом к кормовому столу, развитие очагов болезни на поверхности копыт, кровотечение на стенках копыт, исхудание и снижение удоев коровы [4].

Классификация клинических картин поражения копыт, по которой определяется тяжесть протекания болезни Мортелларо, описывает 6 стадий развития болезни:

1. M0 – животное здоровое.
2. M1 – активная гранулематозная зона 0-2 см.
3. M2 – язвенное поражение площадью более 2 см.
4. M3 – язвенное поражение, покрытое струпом.
5. M4 – изменение кожи с характерными признаками Мортелларо.
6. M4.1 – рецидивирующее.

Переход из стадии M0 в 94% случаев происходит в стадию M4, наибольшую часть времени заболевание протекает в стадии M4, определяя 88,5% случаев. Как диктуют ученые, предотвращение повреждения M4 позволило бы снизить случаи заболевания до единицы и ниже. Лечение в хозяйствах происходит в основном в активных стадиях болезни – M2 и M3, когда появляется отчетливая хромота животного. Стадия M4 плохо поддается стандартной профилактике в виде копытных ванн и антибиотикотерапии из-за глубокого залегания кист в слоях кожи и подкожной клетчатки копыта животного, но успешная терапия этой стадии приведет к полному восстановлению стада. Поэтому крайне важны дальнейшие исследования по эффективной профилактике и лечению болезни в стадии M4 [2].

Медицина последнего десятилетия ведет активный поиск контролируемых носителей для адресной доставки лекарственных компонентов к месту очага заболевания. Для лечения инфекционных заболеваний кожи копыт уже много лет с высокими терапевтическими показателями применяют соли металлов меди и цинка, которые обладают бактерицидными свойствами и способны инактивировать возбудителей болезни Мортелларо, нарушая мембранные структуры микроорганизма.

Целью настоящей работы явилось определение необходимости использования копытных ванн с медным купоросом в ежедневной работе животноводческих хозяйств для активной дезинфекции копыт и профилактики болезни Мортелларо.

Материалы и методы исследований. Исследовательская работа проводилась на базе молочно-товарной фермы Мелеузовского района Республики Башкортостан ООО СП «Ашкадарский». Объектами исследовательской работы стали две группы (опытная и контрольная) коров голштинской породы по пятьдесят голов в каждой. Коровам контрольной группы профилактические меры не применялись, а в опытной группе ставились лечебно-гигиенические ванны с 2,5% раствором медного купороса в 200 литрах воды для профилактики пальцевого дерматита коров и укрепления копытного рога (таблица 1).

Таблица 1 - Схема профилактики и дезинфекции

Группа, n=50	Наименование препарата	Кратность введения и доза
Опытная	Раствор, состоящий из 2,5% медного купороса и лимонной кислоты	Копытная ванна – 5 кг медного купороса и 300 грамм лимонной кислоты на 200 литров теплой воды (2,5% рабочий раствор), 3 раза в неделю
Контрольная	Препараты не применялись	

Для наилучшего растворения медного купороса 5 кг вещества засыпали в емкость с горячей водой (20 литров), добавляли 300 грамм лимонной кислоты, размешивали до полного растворения медного купороса и получения однородной жидкости, которую добавляли к 180 литрам теплой воды в копытной ванне.

Для удаления навозных масс с копыт за 3 метра до рабочего раствора ставили предварительную очистную ванну с водой в 200 литров. Ванны менялись через прохождения в них в среднем 200 голов.

Результаты исследований. Одними из главных причин болезней копыт являются травмы, связанные с поведенческими особенностями животных, неправильным проектированием и строительством помещений, условиями содержания и неудовлетворительным кормлением, снижением устойчивости организма к воздействию различных факторов и, главное, нарушениями ветеринарно-санитарных требований и правил, что приводит к травмам копытцевого рога и в дальнейшем способствует проникновению микрофлоры в глубь тканей копыта и пальцев.

На молочно-товарной ферме ООО СП «Ашкадарский» Мелеузовского района Республики Башкортостан коровы содержатся беспривязно в группах. В зонах отдыха (стойла) предусмотрены специальные мягкие маты, а в кормовых проходах – бетонные полы. На крышах коровников смонтированы открытые вентиляционные шахты, с двух сторон коровников имеются шторы, которые при теплой погоде легко открываются, что создает дополнительный воздухообмен и регулируется воздушный бассейн (таблица 2). При данной технологии помещения для коров не требуют отопления, экономят энергетические ресурсы, снижается себестоимость производимой продукции.

Таблица 2 - Микроклимат в коровнике

Показатель	Среднее значение	Норма
Температура воздуха, °С	11,5±0,25	12
Относительная влажность, %	73,4±1,14	75
Скорость движения воздуха, м/с	0,3±0,02	0,3-0,15
Световой коэффициент	1:14	1:10-1:15
Коэффициент естественной освещенности, %	0,83±0,04	0,5-0,8
Концентрация загрязнителей в воздушной среде:		
аммиак, мг/м ³	15,7±0,60	20
сероводород, мг/м ³	6,5±0,26	10
углекислый газ, %	0,23±0,01	0,25
бактериальная обсемененность, тыс/м ³	52,5±1,56	70
содержание пыли, мг/м ³	0,9±0,32	0,8-1,5

Исходя из данных, представленных в таблице 2, можно сделать вывод, что микроклимат в коровниках соответствует принятым зооигиеническим нормам. Так, параметры воздушного бассейна в осенне-зимний период в коровнике имели следующие показатели: температура – 11,5 ± 0,25°С, относительная влажность – 73,4±1,14%, скорость движения воздуха – 0,3±0,02 м/с, бактериальная обсемененность – 52,5±1,56 тыс/м³, содержание аммиака – 15,7±0,60 мг/м³, сероводорода – 6,5±0,26 мг/м³, углекислого газа – 0,23±0,01 %, пыли – 0,9±0,32 мг/м³. Световой коэффициент в помещениях для коров составлял 1:14 при коэффициенте естественной освещенности 0,83±0,04%.

Успех борьбы с Мортелларо в первую очередь зависит от еженедельной постановки профилактических копытных ванн.

Контроль здоровья конечностей у каждой группы коров проводили 3 раза с интервалом 2 недели, подсчет хромоты животных – по методике Sprecher et al. (1997), которая заключается в балльной оценке степени хромоты на основании состояния спины (прямая или изогнутая) в стоячем положении и при ходьбе (таблица 3):

- 1 балл – хромота отсутствует;
- 2 балла – легкая форма хромоты, корова стоит с прямой спиной, но при ходьбе спина изогнута и совершает более короткие шаги, не делая основной упор на беспокоящую конечность;
- 3 балла – умеренная хромота, корова стоит и ходит с изогнутой спиной, передвигается более короткими шагами, на больную ногу дает меньше нагрузки, опускает голову, когда вес переносится на пораженную конечность;
- 4 балла – сильная хромота, корова стоит и ходит с изогнутой спиной, хромота заметна отчетливо, корова передвигается осторожно, часто останавливается и отстает от группы;
- 5 баллов – крайняя степень хромоты, корова проявляет крайнее нежелание нагружать пораженную конечность, больше времени проводит в лежачем положении.

Таблица 3 - Балльная оценка хромоты

Группа, n=50	1 балл	2 балла	3 балла	4 балла	5 баллов
до начала опытов					
Опытная	47	2	1	0	0
Контрольная	47	1	2	0	0
через 6 недель с начала опыта					
Опытная	48	2	0	0	0
Контрольная	30	11	7	2	0

Интенсивность поражений при пальцевом дерматите оценивали по классификации D. Dörfer et al. (1997), согласно которой течение болезни подразделяется на 4 стадии: M1 – поражения малого размера (менее 2 см) с красной или бело-красной поверхностью, возможна экссудация, эпителий может быть сохранен или поврежден; M2 – «классическое изъязвление», красные или бело-красные поражения диаметром более 2 см, на поверхности поражения грануляционная или пролиферативная ткань; M3 – заживающие поражения с черной струпьевидной поверхностью; M4 – характеризуется дискератозом или пролиферацией (таблица 4).

Таблица 4 - Картина пораженности болезнью Мортелларо через 6 недель с начала опыта и сроки выздоровления

Группа, n=50	Случаев межпальцевого дерматита	Характер течения болезни	Сроки выздоровления
Опытная	2	M1	6 суток
Контрольная	20	M1-M3	9 суток

По результатам исследования отчетливо замечается картина сокращения случаев межпальцевого дерматита при 3-разовой постановке копытных ванн с медным купоросом в еженедельном расписании работы ветеринарной службы хозяйства по сравнению с контрольной группой (рисунки 1-4). В опытной группе выявленные случаи Мортелларо имели легкую форму M1, легко поддавались лечению повязками с порошком, состоящим из оксида цинка, борной кислоты, ацетилсалициловой кислоты, Эгоцина 20 (1:1:1:0,5), полученный порошок накладывали бинтом и укрепляли на копыто специальным копытным тканевым скотчем. При двухкратной смене повязок с интервалом 3 дня наблюдалась регенерация кожного покрова и исчезновение клинических признаков болезни.

В контрольной группе выявленные случаи были в стадии от M1 до M3. Характер заболеваний был средний, при трехкратной смене лечебной повязки полное выздоровление у заболевших коров составило 9 суток.

**Рисунок 1 - Поражение копыта, характерное для стадии M2 Мортелларо****Рисунок 2 - Поражение копыта, характерное для стадии M3 Мортелларо**



Рисунок 3 - Расчистка пораженного участка кожи копыта при М2 Мортелларо



Рисунок 4 - Здоровое копыто, не пораженное Мортелларо

Закключение. Обобщая вышеизложенное, мы сделали вывод, что применение копытных ванн с медным купоросом в профилактике Мортелларо и дезинфекции копыт у коров целесообразно. Изученный метод постановки копытных ванн медного купороса три раза в неделю способствует дезинфекции копыт и тормозит развитие бактерий трипонем, которые приводят к серьезным заболеваниям вплоть до выбраковки животных, может применяться на животноводческих предприятиях в промышленных масштабах.

Conclusion. Summarizing the above, we concluded that the use of hoof baths with copper sulfate in the prevention of Mortellaro and disinfection of hooves in cows is advisable. The studied method of setting hoof baths with copper sulfate three times a week promotes disinfection of hooves and inhibits the development of tryponema bacteria, which lead to serious disease up to the culling of animals, the method can be used at livestock enterprises on an industrial scale.

Список литературы. 1. Выращивание теленка от рождения до высокопродуктивной коровы: технологические, кормовые и ветеринарные аспекты : учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки «Зоотехния» (квалификация – бакалавр) и (квалификация – магистр) / Л. И. Подобед [и др.]; ред. Л. И. Подобед ; РГАУ–МСХА им. К. А. Тимирязева, ООО «Биотроф». – СПб. : РАИТ ПРИНТ ЮГ, 2017. – 578 с. 2. Инновационное развитие агропромышленного комплекса как фактор конкурентоспособности: проблемы, тенденции, перспективы : монография в 2-х частях / К. Амброжы-Дереговска [и др.] ; Вятская государственная сельскохозяйственная академия. – Киров, 2020. – Ч. 2. – 430 с. 3. Никитин, Д. А. Эмбриотоксические и тератогенные свойства иммунокорректирующего препарата ПС-6 / Д. А. Никитин, В. Г. Семенов // Российский журнал Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. – 2012. – № 1 (7). – С. 75–80. 4. Семенов, В. Г. Профилактическая эффективность применения лечебно-гигиенических средств при болезнях копыт коров / В. Г. Семенов, А. В. Степанова, Т. И. Кузьмина // Научно-образовательная среда как основа развития интеллектуального потенциала сельского хозяйства регионов России : материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию ФГБОУ ВО Чувашский ГАУ. – Чебоксары, 2021. – С. 404–406. 5. Сравнительная эффективность применения лечебно-гигиенических средств при болезнях копыт коров / В. Г. Семенов [и др.] // Современное состояние и перспективы развития зооветеринарной науки : материалы Международной научно-практической конференции. – Чебоксары, 2021. – С. 481–489. 6. Технология производства продукции животноводства: курс лекций : учебно-методическое пособие: в 2-х ч. / М.А. Гласкович [и др.]. – Горки : БГСХА, 2017. – Ч. 1 : Технология производства продукции скотоводства, свиноводства и птицеводства. – 240 с. 7. Тюрин, В. Г. Применение лечебно-гигиенических средств для профилактики хромоты и терапии болезней копыт крупного рогатого скота / В.Г. Тюрин, В. Г. Семенов, А. В. Чучулин // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2017. – № 68. – С. 158–164. 8. Чучулин, А. В. Система лечебно-профилактических мероприятий для обеспечения здоровья копыт коров / А. В. Чучулин, В. Г. Семенов // Молодежь и инновации : материалы XIII Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов. – 2017. – С. 117–121. 9. Observations on the pathogenesis of digital dermatitis in cattle / R. W. Blowey [et al] // Vet. Rec. – 1994. 10. Histological and bacteriological evaluation of digital dermatitis in cattle,

with special reference to spirochaetes and *Campylobacter faecalis* / D. A. Döpfer [et al] // Vet. Rec. – 1997. – Vol. 140. – P. 620–623. – <https://doi.org/10.1136/VR.140.24.620>.

References. 1. Vyrashchivanie telenka ot rozhdeniia do vysokoproduktivnoi korovy: tekhnologicheskie, kormovye i veterinarnye aspekty : uchebnyk dlia studentov vysshikh uchebnykh zavedenii, obuchaiushchikhsia po napravleniiu podgotovki «Zootekhniia» (kvalifikatsiia – bakalavr) i (kvalifikatsiia – magistr) / L. I. Podobed [i dr.]; red. L. I. Podobed ; RGAU–MSKhA im. K. A. Timiriazeva, OOO «Biotrof». – SPb. : RAIT PRINT luG, 2017. – 578 s. 2. Innovatsionnoe razvitie agropromyshlennogo kompleksa kak faktor konkurentosposobnosti: problemy, tendentsii, perspektivy : monografiia v 2-kh chastiakh / K. Ambrozhy-Deregovska [i dr.] ; Viatskaia gosudarstvennaia selskokhoziaistvennaia akademiia. – Kirov, 2020. – Ch. 2. – 430 s. 3. Nikitin, D. A. Embriotoksicheskie i teratogennye svoistva immunokorrektiruiushchego preparata PS-6 / D. A. Nikitin, V. G. Semenov // Rossiiskii zhurnal Problemy veterinarnoi sanitarii, gigieny i ekologii. – 2012. – № 1 (7). – S. 75–80. 4. Semenov, V. G. Profilakticheskaia effektivnost primeneniia lechebno-gigienicheskikh sredstv pri bolezniakh kopytets korov / V. G. Semenov, A. V. Stepanova, T. I. Kuzmina // Nauchno-obrazovatelnaia sreda kak osnova razvitiia intellektualnogo potentsiala selskogo khoziaistva regionov Rossii : materialy Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, posviashchennoi 90-letiiu FGBOU VO Chuvashskii GAU. – Cheboksary, 2021. – S. 404–406. 5. Sravnitelnaia effektivnost primeneniia lechebno-gigienicheskikh sredstv pri bolezniakh kopytets korov / V. G. Semenov [i dr.] // Sovremennoe sostoianie i perspektivy razvitiia zooveterinarnoi nauki : materialy Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii. – Cheboksary, 2021. – S. 481–489. 6. Tekhnologii proizvodstva produktii zhivotnovodstva: kurs lektsii : uchebno-metodicheskoe posobie: v 2-kh ch. / M.A. Glaskovich [i dr.]. – Gorki : BGSKhA, 2017. – Ch. 1 : Tekhnologii proizvodstva produktii skotovodstva, svinovodstva i ptitsevodstva. – 240 s. 7. Tiurin, V. G. Primenenie lechebno-gigienicheskikh sredstv dlia profilaktiki khromoty i terapii boleznei kopytets krupnogo rogatogo skota / V.G. Tiurin, V. G. Semenov, A. V. Chuchulin // Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2017. – № 68. – S. 158–164. 8. Chuchulin, A. V. Sistema lechebno-profilakticheskikh meropriatii dlia obespecheniia zdorovia kopytets korov / A. V. Chuchulin, V. G. Semenov // Molodezh i innovatsii : materialy XIII Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii molodykh uchenykh, aspirantov i studentov. – 2017. – S. 117–121. 9. Observations on the pathogenesis of digital dermatitis in cattle / R. W. Blowey [et al] // Vet. Rec. – 1994. 10. Histological and bacteriological evaluation of digital dermatitis in cattle, with special reference to spirochaetes and *Campylobacter faecalis* / D. A. Döpfer [et al] // Vet. Rec. – 1997. – Vol. 140. – P. 620–623. – <https://doi.org/10.1136/VR.140.24.620>.

Поступила в редакцию 11.04.2023.

DOI 10.52368/2078-0109-2023-59-2-83-87
УДК 611.4:599.365

МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ И НАДПОЧЕЧНИКОВ БЕЛОГРУДОГО ЕЖА В ПЕРИОД НОВОРОЖДЕННОСТИ

Федотов Д.Н. ORCID ID 0000-0003-3366-8704

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

В статье изучены закономерности морфологических изменений щитовидной железы и надпочечников у новорожденного белогрудого ежа, которые следует рассматривать как компенсаторно-приспособительную реакцию организма, направленную на поддержание метаболического гомеостаза к периоду постнатальной жизни. В 75% случаев установлено дефинитивное корковое вещество, которое не сопровождается зональной дифференцировкой. Хромаффинные клетки мозгового вещества малочисленные, слабо дифференцированы и располагаются в центре железы в виде тонкой полоски. Щитовидная железа не имеет типичного дольчатого строения и классических фолликулов, представлено бесполостными скоплениями тироцитов, что свидетельствует о незавершенном ее дефинитивном строении. **Ключевые слова:** еж, морфология, надпочечники, щитовидная железа, новорожденный период.

MORPHOFUNCTIONAL CHARACTERISTICS OF THE THYROID AND ADRENAL GLAND IN A NEWBORN WHITE-BREADED HEDGEON

Fiadotau D.N.

EE “Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine”, Vitebsk, Republic of Belarus

The article studies the patterns of morphological changes in the thyroid gland and adrenal glands in a newborn white-breasted hedgehog, which should be considered as a compensatory-adaptive reaction of the body aimed at maintaining metabolic homeostasis by the period of postnatal life. In 75% of cases, a definitive cortical substance was found, which is not accompanied by zonal differentiation. The chromaffin cells of the medulla are few in number, poorly differentiated, and are located in the center of the gland in the form of a thin strip. The thyroid gland does not have a typical lobular structure and classic follicles, it is represented by asexual accumulations of thyrocytes, which indicates its incomplete definitive structure. **Keywords:** hedgehog, morphology, adrenal glands, thyroid gland, neonatal period.

Введение. Щитовидная железа и надпочечники у животных являются одними из важнейших органов и главным исполнительным периферическим звеном эндокринной системы, который за счет действия своих гормонов помогает организму приспособиться к экстремальным факторам окружающей среды, обеспечивая при этом полноценную адаптационную реакцию, поддерживающую репродуктивную, иммунную и метаболическую функции на должном уровне [2, 3, 4].

Несмотря на большое количество работ, посвященных развитию надпочечника, многие стороны его гистогенеза остаются весьма неясными. Видовые морфологические отличия в этом органе настолько велики, что перенесение данных, полученных на одном виде, на другие виды (особенно принадлежащие к другим семействам) ведет подчас к крупным ошибкам [1].

Белогрудые ежи рождаются слепыми, глухими, беззубыми, голыми, но уже через несколько часов после рождения появляются белые и темные мягкие иглы [3]. Однако сведений по морфологической характеристике щитовидной и надпочечной желез у белогрудого ежа в период новорожденности в литературе не найдено.

Цель исследований – определить морфофункциональную характеристику щитовидной железы и надпочечников белогрудого ежа в период новорожденности.

Материалы и методы исследований. Исследования по изучению морфологических изменений щитовидных и надпочечных желез белогрудого ежа выполнялись в лаборатории кафедры патологической анатомии и гистологии УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». Новорожденные ежи ($n=4$) были добыты в дикой природе (брошены матерью на 3-и сутки). Зафиксированный в 10% нейтральном растворе формалина морфологический материал (щитовидная железа с трахеей, надпочечники) подвергали уплотнению путем заливки в парафин по общепринятой методике. Обезвоживание и парафинирование кусочков органов 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 ротаторном (маятниковом) микротоме «MICROM HM 340 E». Для изучения общих структурных изменений срезы окрашивали гематоксилин-эозином. Депарафинирование и окрашивание гистосрезов проводили с использованием автоматической станции «MICROM HMS 70». Гистологические исследования проводили с помощью светового микроскопа «Биомед-6», а также программного обеспечения по вводу и предобработке изображения «ScopePhoto».

Результаты исследований. Щитовидная железа у новорожденного белогрудого ежа представляет собой парный компактный орган, состоящий из правой и левой долей. Доли железы красного цвета. Их форма каплевидная, зауженная каудально. Щитовидная железа располагается по бокам трахеи симметрично: краниально достигает щитовидного хряща, а каудально – 3-го трахеального кольца. Тонкий соединительнотканый перешеек железы простирается от долей каудальнее и достигает уровня 4-го кольца трахеи.



Рисунок 1 – Общий вид новорожденного белогрудого ежа



Рисунок 2 – Новорожденные белогрудые ежи

Абсолютная масса двух долей щитовидной железы в период новорожденности составляет $0,007 \pm 0,001$ г, длина – $0,24 \pm 0,03$ см, ширина – $0,17 \pm 0,01$ см, толщина – $0,16 \pm 0,01$ см.

Щитовидная железа новорожденного белогрудого ежа не имеет типичного дольчатого строения. На гистологических срезах не выявляются классические фолликулы, так как процесс их образования в данном возрастном периоде еще не завершен, а, следовательно, щитовидная железа у новорожденных не имеет дефинитивного строения. На гистологических препаратах всегда можно

обнаружить бесполостные скопления тироцитов, в виде интерфолликулярных островков, тиреоидных эпителиальных тяжей, которые часто смыкаются, формируя как бы стенку фолликула. Бесполостные скопления тироцитов имеют округлую, овальную или веретенообразную форму. В ряде клеток тиреоидного эпителия нередко встречаются митозы. Ядра эпителиоцитов занимают большую часть клетки. Под толстой соединительнотканной капсулой наблюдаются мелкие массы недифференцированных тироцитов без ясных фолликулов.

Надпочечник новорожденного белогрудого ежа представляет собой парный компактный орган. Правый и левый надпочечник имеют различную топографию. Поверхность желез гладкая, цвет – бледно-розовый. Правый надпочечник овально-вытянутой формы, располагается на краниальном полюсе почки. Левый надпочечник овально-вытянутой формы, располагается краниальнее ворот почки, соприкасается с ней. По своим морфометрическим параметрам у ежа левый надпочечник больше правого.

Абсолютная масса двух желез составляет $0,009 \pm 0,002$ г, длина левого надпочечника равна $0,36 \pm 0,03$ см, длина правого – $0,34 \pm 0,01$ см, ширина левого – $0,33 \pm 0,01$ см, ширина правого – $0,31 \pm 0,01$ см, толщина двух – $0,31 \pm 0,02$ см.



Рисунок 3 – Анатомо-топографические особенности щитовидной железы и надпочечников новорожденного белогрудого ежа

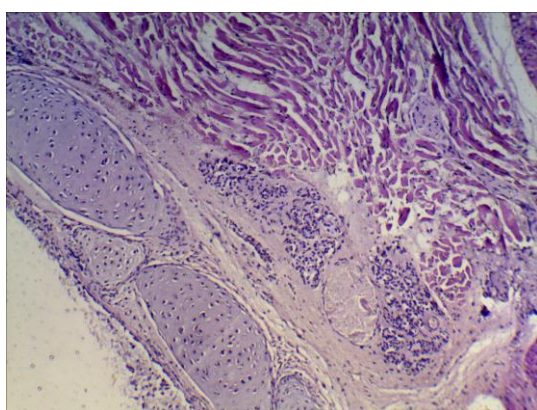


Рисунок 4 – Бесполостные скопления тироцитов в щитовидной железе новорожденного белогрудого ежа (окраска гематоксилин-эозином, $\times 100$)

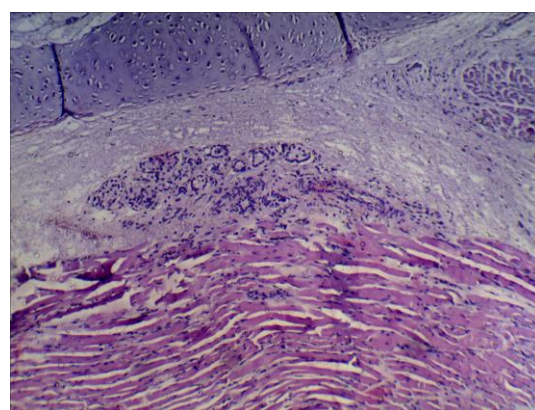


Рисунок 5 – Новообразование фолликулов в щитовидной железе новорожденного белогрудого ежа (окраска гематоксилин-эозином, $\times 100$)

В результате гистологического исследования надпочечников новорожденных белогрудых ежей установлено, что в 25% случаев наблюдается разделение первичной коры на зачаток дефинитивной и фетальную кору. Фетальная кора в этом периоде составляет основную массу органа, а зачаток дефинитивной коры в виде узкого слоя под капсулой выделяется интенсивной окраской тесно расположенных мелких клеток. Последние имеют узкий ободок цитоплазмы и неясные границы. Фетальная кора представлена крупными клетками с более отчетливыми границами, ободок цитоплазмы широкий, ядра чаще округлой формы и окрашены светлее, чем яд-

ра с тонкой хроматиновой структурой в клетках дефинитивной коры. В 75% случаев на гистологических срезах надпочечников новорожденных установлено дефинитивное корковое вещество, которое не сопровождается зональной дифференцировкой.

Вся толща коры надпочечника имеет более или менее однотипное строение: она образована короткими тяжами и скоплениями адренокортикоцитов, не имеющих строения, типичного для какой-либо из классических трех зон (клубочковой, пучковой и сетчатой). В полигональных клетках дефинитивного коркового вещества ядра крупные, цитоплазма нежно-вакуолизированная, а структура ядра более грубая. Проявляется радиальное расположение эпителиальных тяжей. Однако в отдельных участках под соединительнотканной капсулой органа видны изогнутые тяжи (арочные структуры) адренокортикоцитов, которые начинают формировать клубочковую зону, но не выделяя ее. Подкапсулярные адренокортикоциты, формирующие клубочковую зону, имеют овальную, полигональную или призматическую форму. Величина, форма и структура данных клеток весьма вариабельна, что связано, по-видимому, с непрерывным обновлением этой формирующейся зоной, ростом и постепенной вакуолизацией цитоплазмы ее дифференцирующихся клеток.

В мозговом веществе надпочечника новорожденных ежей группы хромаффинных клеток малочисленны, располагаются в центре железы в виде тонкой полоски. А-клетки отличаются четкими клеточными границами и призматической формой. Ядра клеток располагаются ближе к апикальному концу. Н-клетки мельче, имеют полигональную форму, неясные границы.

Необходимо отметить общую особенность всех ядер клеток мозгового вещества: при окраске гематоксилин-эозином они красятся слабее ядер корковых клеток (среди А-клеток много светлых ядер, содержащих визуально мало хроматина и отличающихся крупной величиной). В период новорожденности особенностью медуллярного слоя надпочечников белогрудых ежей является отсутствие строгой зональности в расположении А- и Н-клеток. Интересно отметить некоторые особенности, что уже в исследуемом возрасте в мозговое вещество надпочечника от коркового вещества вдаются тонкие прослойки соединительной ткани с проходящими в них капиллярами, которые впадают в венозные синусы.

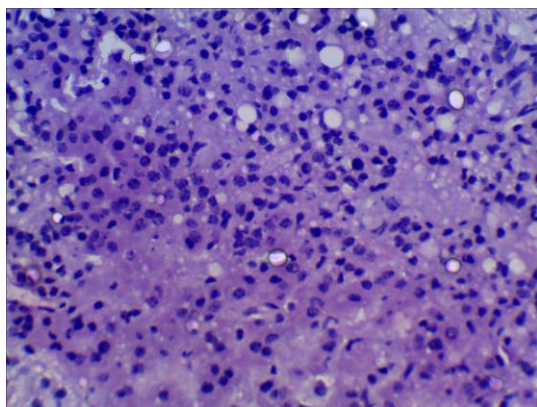


Рисунок 6 – Клетки дефинитивной коры надпочечника новорожденного белогрудого ежа (окраска гематоксилин-эозином, ×400)

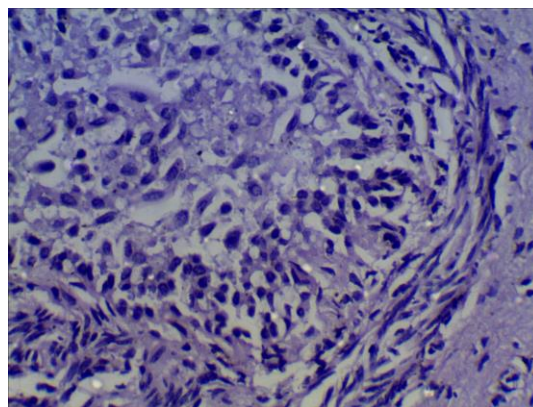


Рисунок 7 – Элементы фетальной коры надпочечника новорожденного белогрудого ежа (окраска гематоксилин-эозином, ×400)

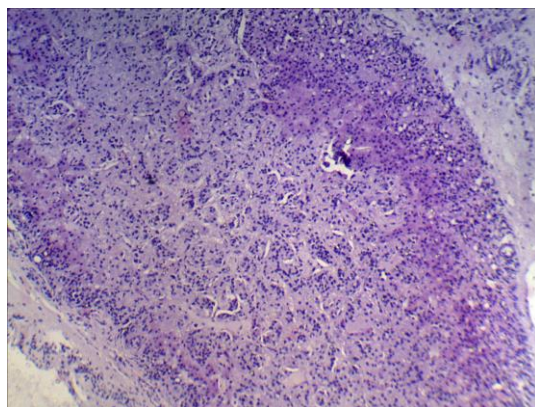


Рисунок 8 – Тотальный срез надпочечника с дефинитивным корковым веществом, которое не сопровождается зональной дифференцировкой у новорожденного белогрудого ежа (окраска гематоксилин-эозином, ×100)

Закключение. У новорожденного белогрудого ежа доли щитовидной железы красного цвета, каплевидной формы, располагаются от щитовидного хряща до 3-го трахеального кольца. Щитовидная железа не имеет типичного дольчатого строения и классических фолликулов, представлена бесполостными скоплениями тироцитов, что свидетельствует о незавершенном ее дефинитивном строении.

Правый и левый надпочечники новорожденного белогрудого ежа бледно-розового цвета, овально-вытянутой формы, имеют различную топографию (левый орган больше правого). В 25% случаев наблюдается разделение первичной коры на зачаток дефинитивной и фетальную кору. В 75% случаев установлено дефинитивное корковое вещество, которое не сопровождается зональной дифференцировкой. Хромаффинные клетки мозгового вещества малочисленны, слабо дифференцированы, отсутствует строгая зональность в расположении А- и Н-клеток, располагаются в центре железы в виде тонкой полоски.

Conclusion. In a newborn white-breasted hedgehog, the lobes of the thyroid gland are red, drop-shaped, located from the thyroid cartilage to the 3rd tracheal ring. The thyroid gland does not have a typical lobular structure and classic follicles, it is represented by asexual accumulations of thyrocytes, which indicates its incomplete definitive structure.

The right and left adrenal glands of a newborn white-breasted hedgehog are pale pink in color, oval-elongated, have different topography (the left organ is larger than the right one). In 25% of cases, there is a division of the primary cortex into the rudiment of the definitive and fetal cortex. In 75% of cases, a definitive cortical substance was found, which is not accompanied by zonal differentiation. The chromaffin cells of the medulla are few in number, poorly differentiated, and are located in the center of the gland in the form of a thin strip.

Список литературы. 1. Федотов, Д. Н. Становление компонентов надпочечников у человека и животных (гистофизиологические фундаментальные и экспериментальные аспекты) : монография / Д. Н. Федотов, В. А. Косинец. – Витебск : ВГМУ, 2012. – 130 с. 2. Федотов, Д. Н. Гистология эндокринной системы животных : учеб. - метод. пособие для студентов по специальности 1 - 74 03 04 «Ветеринарная санитария и экспертиза» и 1 - 74 03 01 «Зоотехния» / Д. Н. Федотов. – Витебск : ВГАВМ, 2018. – 14 с. 3. Федотов, Д. Н. Морфология, экология и болезни белогрудого ежа на территории Беларуси : монография / Д. Н. Федотов. – Витебск : ВГАВМ, 2021. – 178 с. 4. Федотов, Д. Н. Цитология. Эмбриология. Гистология : учебник для студентов по специальностям «Ветеринарная медицина», «Ветеринарная диагностика и лабораторное дело», «Ветеринарно-санитарная экспертиза» и «Ветеринарная фармация» / Д. Н. Федотов, Х. Б. Юнусов, Н. Б. Дилмуродов. – Ташкент : Fan ziyosi, 2022. – 468 с.

References. 1. Fiadotau, D. N. Stanovleniye komponentov nadpochechnikov u cheloveka i zhivotnykh (gistofiziologicheskiye fundamental'nyye i eksperimental'nyye aspekty) : monografiya / D. N. Fiadotau, V. A. Kosinets. – Vitebsk : VGMU, 2012. – 130 s. 2. Fiadotau, D. N. Gistologiya endokrinnoy sistemy zhivotnykh : ucheb. - metod. posobiye dlya studentov po spetsial'nosti 1 - 74 03 04 «Veterinarnaya sanitariya i ekspertiza» i 1 - 74 03 01 «Zootekhniya» / D. N. Fiadotau. – Vitebsk : VGAVM, 2018. – 14 s. 3. Fiadotau, D. N. Morfologiya, ekologiya i bolezni belogrudogo yezha na territorii Belarusi : monografiya / D. N. Fiadotau. – Vitebsk : VGAVM, 2021. – 178 s. 4. Fiadotau, D. N. Tsitologiya. Embriologiya. Gistologiya : uchebnik dlya studentov po spetsial'nostyam «Veterinarnaya meditsina», «Veterinarnaya diagnostika i laboratornoye delo», «Veterinarno-sanitarnaya ekspertiza» i «Veterinarnaya farmatsiya» / D. N. Fiadotau, KH. B. Yunusov, N. B. Dilmurodov. – Tashkent : Fan ziyosi, 2022. – 468 s.

Поступила в редакцию 21.03.2023.

DOI 10.52368/2078-0109-2023-59-2-87-92

УДК 619:[577.125.577.124:618.7]:636.4

СОСТОЯНИЕ ЛИПИДНОГО И УГЛЕВОДНОГО ОБМЕНОВ У СВИНОМАТОК В РАЗНЫЕ ПЕРИОДЫ РЕПРОДУКТИВНОГО ЦИКЛА ПРИ ВОЗНИКНОВЕНИИ ПОСЛЕРОДОВОЙ ПАТОЛОГИИ

Шахов А.Г. ORCID ID 0000-0002-6177-8858, Сашнина Л.Ю. ORCID ID 0000-0001-6477-6156,

Коцарев В.Н. ORCID ID 0000-0002-9114-1176, Чусова Г.Г. ORCID ID 0000-0003-1494-8807,

Никоненко Г.В. ORCID ID 0000-0003-4983-7170

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

В статье представлены результаты изучения липидного и углеводного обменов у свиноматок в разные периоды репродуктивного цикла (после отъема поросят, супоросность, лактация) в условиях промышленного свиноводческого комплекса. Установлено, что у животных, предрасположенных к послеродовой патологии, по сравнению с клинически здоровыми свиноматками установлен высокий уровень глюкозы при пониженном содержании лактата и пирувата, свидетельствующих о выраженной интенсивности глюконеогенеза. Липидный обмен характеризовался пониженной концентрацией холестерина и триглицеридов,

имеющей место при функциональных нарушениях печени и проявлении воспалительного процесса. Выявленные изменения углеводного и липидного обмена у свиноматок в разные периоды репродуктивного цикла могут быть использованы при оценке уровня энергетического метаболизма. **Ключевые слова:** свиноматки, репродуктивный цикл, воспалительные процессы, липидный и углеводный обмен.

STATE OF LIPID AND CARBOHYDRATE METABOLISM IN SOWS IN DIFFERENT PERIODS OF THE REPRODUCTIVE CYCLE IN CASE OF THE POSTPARTUM PATHOLOGY

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

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

*The article presents the results on the study of lipid and carbohydrate metabolism in sows in different periods of the reproductive cycle (after weaning, gestation, lactation) on an industrial pig-breeding complex. It was found that in the animals predisposed to postpartum pathology, compared with clinically healthy sows, a high level of glucose was established with a reduced content of lactate and pyruvate, indicating a pronounced intensity of gluconeogenesis. Lipid metabolism has been characterized by a reduced concentration of cholesterol and triglycerides which occurs in case of functional disorders of the liver and the manifestation of inflammatory processes. The revealed changes in carbohydrate and lipid metabolism in sows at different periods of the reproductive cycle can be used to assess the level of energy metabolism. **Keywords:** sows, reproductive cycle, inflammatory processes, lipid, and carbohydrate metabolism.*

Введение. В условиях промышленного ведения свиноводства, предусматривающего максимальное использование репродуктивного потенциала свиноматок, организм животных испытывает высокую напряженность. Недостаточное поступление свиноматкам во время супоросности и лактации питательных веществ приводит к нарушению течения метаболических процессов, снижению общей неспецифической резистентности и иммунологической реактивности, рождению мелких, нежизнеспособных поросят, проявлению родовых и послеродовых болезней [1, 11, 12].

Важное место в поддержании на высоком уровне обменных процессов у свиноматок придается энергетическому обмену, включающему углеводный и липидный. Углеводы, представляющие в организме основной источник энергии, выполняют также пластическую, резервную, транспортную и защитную функции. Глюкоза из-за быстрой гликолитической диссимиляции и последующего окисления в цикле трикарбоновых кислот, а также возможности максимально в короткий срок извлекаться из депо гликогена и поступать в кровь для обеспечения экстренной мобилизации энергетических ресурсов, является наиболее востребованным источником активности организма. Кроме того, она является определяющим энергетическим источником поддержания функционального состояния матери и плода, и с увеличением сроков беременности и перестройкой важнейших систем организма на новый уровень функционирования расход глюкозы увеличивается. При этом устанавливается динамическое равновесие механизмов, регулирующих углеводный обмен, что позволяет полностью обеспечивать потребность в ней организма матери и плода [1, 12].

Углеводы хорошо усваиваются, откладываясь в виде гликогена в печени, мышцах, плаценте и децидуальной оболочке матки. Усиливаются процессы гликогенолиза и глюконеогенеза. Одним из центральных метаболитов углеводного обмена является пировиноградная кислота, синтез которой происходит в результате распада гликогена и глюкозы в тканях и при окислении молочной кислоты, представляющей конечный продукт гликолиза и гликогенолиза, образуемой в результате восстановления пировиноградной кислоты в анаэробных условиях [2]. Гликогенез, гликогенолиз и глюконеогенез являются взаимосвязанными процессами и обеспечивают оптимальный уровень глюкозы в крови соизмеримо степени функционального напряжения материнского организма. Дисфункция компенсаторных трансформаций, вызывающих нарушение углеводного обмена у матери при беременности, приводит к развитию патологического состояния как в ее организме, так и у развивающегося плода [3].

Липиды в организме обеспечивают пластический и энергетический обмен. Пластическая роль их определяется участием в формировании клеточных мембран и соединительной ткани, энергетическая – максимальной энергоемкостью. В период беременности липидный обмен претерпевает существенные физиологические изменения, обусловленные необходимостью удовлетворения потребностей растущего плода и организма матери [6]. Свины, в отличие от других видов сельскохозяйственных животных, характеризуются наиболее интенсивным обменом липидов [1, 4]. Во время лактации липидный обмен у свиноматок направлен на процессы диссимиляции богатых энергией веществ и обеспечение синтеза молока, что положительно сказывается на молочной продуктивности маток и приросте поросят [4].

Важнейшим компонентом жирового обмена является холестерин. Он используется для построения клеточных мембран, синтеза стероидных гормонов, витамина D₃, желчных кислот. Образование холестерина происходит во всех клетках организма, но основным, синтезирующим и каталитическим органом, является печень, которой принадлежит важная роль в регуляции холе-

стеринового обмена. Повышенное содержание холестерина в крови регистрируют при потреблении рационов с высоким содержанием углеводов и жиров, во время беременности, при стрессовых ситуациях, риске патологии печени. Снижение его уровня наблюдается при дефиците жиров в рационе, нарушении их усвоения, острых воспалительных процессах в мягких тканях, сепсисе [2].

Большую часть липидов в организме животных составляют триглицериды, представляющие эфиры глицерина и высших жирных кислот. Они необходимы организму для поддержания стабильного функционирования клеточных мембран, синтеза стероидных гормонов и желчных кислот, утилизации энергии [2, 6]. Уровень триглицеридов и холестерина отражает интенсивность липидного обмена в организме.

Введение в рацион свиноматок жировых добавок в период лактации удовлетворяет физиологические потребности растущих поросят в энергии, снижая тем самым напряженность обменных и синтетических процессов [9].

Целью исследований явилось изучение состояния энергетического обмена у свиноматок в разные периоды репродуктивного цикла при возникновении послеродовой патологии.

Материалы и методы исследований. Исследования проведены в условиях промышленного свиноводческого комплекса на 12 свиноматках помесных пород: крупной белой, ландраса и дюрока, взятых в опыт в послеотъемный период. В течение репродуктивного цикла: на 2-3 день после отъема поросят, в первую (37-39 день) и вторую половину (78-80 день) супоросности, в начале (5-7 дней после опороса) и в конце лактации (18-20 день) у свиноматок отбирали пробы крови для проведения лабораторных исследований. В крови определяли содержание глюкозы, пировиноградной и молочной кислоты, в сыворотке - концентрацию общих липидов, холестерина и триглицеридов. Количество глюкозы и триглицеридов определяли унифицированным энзиматическим методом с использованием набора фирмы «Витал», молочной кислоты - колориметрическим методом по реакции с параоксидифенилом, пировиноградной кислоты - по модифицированному методу Фредмана и Хаугена с использованием 2,4-динитрофенилгидрозина, общих липидов – фотометрическим методом с фосфованилином с использованием наборов фирмы «Spinreact» (Испания), холестерина - на автоматическом биохимическом анализаторе «Hitachi-902» согласно «Методическим рекомендациям по диагностике, терапии и профилактике нарушений обмена веществ у продуктивных животных» [5].

Результаты исследований крови и сыворотки ретроспективно были разделены на две группы в зависимости от характера течения у свиноматок послеродового периода, из которых первую (n=5) составили животные, оставшиеся после опороса клинически здоровыми (группа сравнения), и вторую (n=7) - особи, у которых после опороса регистрировали острый гнойно-катаральный эндометрит и метрит-мастит-агалактию (опытная группа).

Статистическую обработку полученных данных проводили с использованием компьютерных статистических программ «Statistica 8.0» (Stat Soft Inc., США) и «Microsoft Excel».

Результаты исследований. В послеотъемный период у свиноматок, предрасположенных к развитию воспалительных процессов в репродуктивных органах по отношению к клинически здоровым животным, содержание глюкозы, являющейся основным субстратом, используемым для получения энергии тканями и клетками организма [12], было выше на 6,4%, а лактата и пирувата – ниже на 8,9 и 8,8% ($p < 0,05$), что характеризует более выраженную интенсивность течения глюконеогенеза.

Таблица 1 - Показатели углеводного и липидного обменов у свиноматок

Показатели/группа	После отъема		Срок супоросности			
			38-40 дней		78-81 дней	
	первая	вторая	первая	вторая	первая	вторая
Глюкоза, мМ/л	4,52±0,14	4,81±0,30	3,42±0,22 ⁺	3,94±0,19 ⁺	2,78±0,12 ⁺	3,26±0,16 ⁺⁺
Лактат, мкМ/л	1,12±0,13	1,02±0,09	1,40±0,11	1,05±0,08 ⁺	1,43±0,06	1,13±0,09 ⁺
Пируват, мкМ/л	152,0±4,10	138,6±3,20 [*]	134,9±1,65 ⁺	124,9±7,53	210,2±3,45 ⁺	191,3±3,57 ⁺⁺
Общие липиды, г/л	1,70±0,16	1,56±0,17	1,58±0,06	1,48±0,08	1,65±0,08	1,52±0,09
Холестерин, мМ/л	2,59±0,23	2,35±0,13	1,68±0,14 ⁺	1,55±0,12 ⁺	2,52±0,23 ⁺	2,39±0,15 ⁺
Триглицериды, мкМ/л	0,26±0,02	0,22±0,03	0,45±0,03 ⁺	0,40±0,03 ⁺	0,53±0,04	0,46±0,04

Примечания: * – $p < 0,05-0,001$ – по отношению к клинически здоровым; + – $p < 0,05-0,001$ – по отношению к предыдущему периоду.

Концентрация общих липидов, выполняющих в организме строительную, энергетическую и метаболическую функции [6], на фоне пониженного содержания у животных обеих групп, у них имела меньшую (на 8,2%) величину. Содержание холестерина, входящего в состав клеточных мембран в виде структурного компонента и являющегося источником для синтеза стероидных гормонов,

определяющих нормальное течение гестации [7], было также ниже на 9,3%, как и триглицеридов, на 15,2%, составляющих основную часть липидов в организме животных.

В первой половине супоросности изменения в углеводном обмене свиноматок первой и второй групп характеризовались уменьшением содержания глюкозы соответственно на 24,3% ($p<0,002$) и 18,1% ($p<0,05$), пирувата – на 11,2% ($p<0,01$) и 9,9%, повышением количества лактата – на 11,2 и 9,9%. При этом у свиноматок, предрасположенных к воспалительным процессам в репродуктивных органах, содержалось больше глюкозы на 15,2% при пониженной концентрации лактата на 25,0% ($p<0,05$) и пирувата – на 7,4%.

Липидный обмен у свиноматок первой и второй групп в этот период характеризовался уменьшением содержания общих липидов соответственно на 7,1 и 5,1%, холестерина – на 35,1% ($p<0,01$) и 34,1% ($p<0,002$), повышением концентрации триглицеридов – на 73,1% ($p<0,001$) и 81,8%. У свиноматок, предрасположенных к воспалительным процессам в репродуктивных органах, содержалось меньше, чем у клинически здоровых общих липидов, на 6,3%, холестерина – на 7,7%, триглицеридов – на 11,1%.

Во вторую половину супоросности в углеводном обмене имело место дальнейшее снижение концентрации глюкозы у свиноматок первой группы на 18,7% ($p<0,05$) и второй – на 17,3% ($p<0,05$) при незначительном (в первой) и более выраженном (во второй) повышении уровня лактата. При этом концентрация пирувата у животных обеих групп повысилась на 55,8% ($p<0,001$) и 53,2% ($p<0,001$). Следует отметить, что у свиноматок с риском развития воспалительных процессов в сравнении с клинически здоровыми был выше уровень глюкозы на 17,3% ($p<0,05$) при пониженном содержании лактата на 21,0% ($p<0,02$) и пирувата – на 9,0% ($p<0,01$).

Липидный обмен у свиноматок первой и второй групп характеризовался незначительным повышением концентрации общих липидов при существенном увеличении уровня холестерина на 50,0% ($p<0,02$) и 54,2% ($p<0,002$), триглицеридов – на 17,8 и 15,0% соответственно. При этом у свиноматок, предрасположенных к воспалительным процессам в репродуктивных органах, в сравнении с клинически здоровыми животными, меньше содержалось общих липидов на 7,9%, холестерина – на 5,2% и триглицеридов – на 13,2%.

Углеводный обмен у животных первой и второй групп в начале лактации по сравнению с предыдущим периодом характеризовался повышением содержания глюкозы на 87,4% ($p<0,001$) и 65,0% ($p<0,001$), снижением уровня лактата на 35,7% ($p<0,002$) и 28,3% ($p<0,02$) соответственно, а также пирувата – у свиноматок первой группы на 6,4% ($p<0,05$) при отсутствии изменений в его концентрации у особей второй группы. У животных с проявившимися послеродовыми болезнями по отношению к клинически здоровым при незначительных отличиях в содержании глюкозы было меньше лактата на 12,0% и пирувата – на 13,7% ($p<0,01$).

Таблица 2 - Показатели углеводного и липидного обменов у свиноматок

Показатели/группа	Начало лактации		Конец лактации	
	первая	вторая	первая	вторая
Глюкоза, мМ/л	5,21±0,23 ⁺	5,38±0,08 ⁺	4,62±0,32	4,97±0,32
Лактат, мкМ/л	0,92±0,10 ⁺	0,81±0,05 ⁺	0,59±0,04 ⁺	0,51±0,03 ⁺
Пируват, мкМ/л	223,7±4,16 ⁺	192,9±7,23 ⁺	180,8±8,79 ⁺	164,2±8,46 ⁺
Общие липиды, г/л	2,23±0,031 ⁺	2,02±0,049 ⁺	1,78±0,054 ⁺	1,59±0,032 ⁺
Холестерин, мМ/л	2,16±0,20	2,03±0,12	2,22±0,21	2,10±0,18
Триглицериды, мкМ/л	0,35±0,031 ⁺	0,28±0,018 ⁺	0,29±0,024	0,24±0,022

Примечания: ⁺ – $p<0,05-0,001$ – по отношению к клинически здоровым; ⁺ – $p<0,05-0,001$ – по отношению к предыдущему периоду.

Изменения в липидном обмене характеризовались повышением концентрации общих липидов у свиноматок первой группы на 35,2% ($p<0,01$) и во второй – на 32,9% ($p<0,001$) при снижении содержания холестерина соответственно на 14,3 и 15,1%, триглицеридов – на 38,0% ($p<0,01$) и 39,1% ($p<0,01$). У заболевших свиноматок по отношению к клинически здоровым животным содержалось меньше общих липидов на 9,4% ($p<0,01$), холестерина – на 6,0% и триглицеридов – на 20,0%.

В конце лактационного периода у свиноматок первой и второй групп наблюдали снижение величин показателей, характеризующих состояние углеводного обмена: количества глюкозы – на 11,3 и 7,6%, лактата – на 35,9% ($p<0,02$) и 37,0% ($p<0,001$), пирувата – на 19,2% ($p<0,002$) и 14,9% соответственно. При этом у переболевших послеродовыми болезнями свиноматок была выше концентрация глюкозы на 7,6% при меньших значениях лактата и пирувата на 13,6 и 9,2% соответственно.

В липидном обмене установлено снижение концентрации общих липидов по группам животных соответственно на 20,2% ($p<0,01$) и 21,3% ($p<0,001$), триглицеридов – на 17,1 и 14,3% при незначительном увеличении холестерина. При этом у заболевших свиноматок по отношению к клини-

чески здоровым животным в указанный срок был ниже уровень общих липидов на 10,7% ($p < 0,01$), холестерина – на 5,4%, триглицеридов – на 17,2%.

При сравнении показателей углеводного обмена у заболевших свиноматок с аналогичными значениями клинически здоровых животных в течение репродуктивного цикла установлена разница в абсолютных величинах и характере их изменений. Так, при незначительном отличии в содержании глюкозы у животных обеих групп в послеродовой период имеет место понижение ее концентрации во время беременности, используемой фетоплацентарным комплексом [8]. С наступлением лактационного периода концентрация глюкозы в крови свиноматок обеих групп возрастала, что связано со сменой рецептуры их кормления, а в конце лактации снижалась. При этом у заболевших животных по отношению к клинически здоровым животным содержание глюкозы в разные периоды воспроизводительного цикла было выше, что обусловлено пониженным включением ее в энергетический обмен. В течение репродуктивного цикла у свиноматок в разной степени изменялись уровни лактата и пирувата, при этом у заболевших животных их содержание было ниже, чем у клинически здоровых, что свидетельствует о более выраженной интенсивности течения глюконеогенеза.

Концентрация общих липидов у подопытных свиноматок в разные периоды репродуктивного цикла была ниже физиологических параметров. С наступлением у животных беременности отмечено уменьшение их содержания, что связано с пониженным потреблением корма (согласно схеме кормления). Вторая половина беременности характеризовалась повышением их уровня, связанного с изменениями энергетического обмена в сторону липидного как альтернативного для компенсации повышенных энергетических потребностей организма, вызванных беременностью.

Выраженное повышение количества общих липидов (32,9-35,2%) у животных наблюдали в начальный период лактации, что явилось результатом смены рецептуры кормления. Дальнейшее понижение их уровня обусловлено расходом на образование у свиноматок молока. В этот период липидный обмен направлен на процессы диссимиляции, расход энергии на обеспечение синтеза молока в активно функционирующих молочных железах. У свиноматок с послеродовой патологией показатели общих липидов имели меньшие значения, чем у клинически здоровых животных, что характеризует более низкое течение липогенеза. Концентрация холестерина у свиноматок обеих групп с наступлением беременности претерпела значительное (на 35,1-34,0%) снижение в связи с активацией окислительных процессов и повышенной его утилизацией в надпочечниках и плаценте для синтеза стероидных гормонов, что в последующем может приводить к компенсаторной транзиторной гиперхолестеринемии [10]. Во второй половине супоросности концентрация холестерина у свиноматок увеличилась на 50,0-54,2%, а начальный период лактации – снизилась на 14,3-15,1% и в дальнейшем оставалась на таком же уровне. Вместе с тем у заболевших свиноматок уровень холестерина во все периоды репродуктивного цикла был ниже на 5,2-9,3%, что, возможно, обусловлено пониженным уровнем стероидных гормонов. Концентрация триглицеридов у свиноматок во время супоросности имела наиболее высокие показатели, что обусловлено возросшими энергозатратами на их организм и развивающиеся плоды. В лактационный период их содержание снижалось. У животных с послеродовой патологией по отношению к здоровым животным концентрация триглицеридов в разные периоды репродуктивного цикла была ниже на 11,1-20,0%. Пониженный их уровень в организме может быть результатом расстройства функционального состояния печени, а также наличия воспалительного процесса в организме [6].

Заключение. У свиноматок с послеродовой патологией по отношению к клинически здоровым животным, углеводный обмен в период супоросности характеризовался более высоким уровнем глюкозы при пониженном содержании лактата и пирувата, свидетельствующих о выраженной интенсивности глюконеогенеза и меньшим ее включением в энергетический обмен. В липидном обмене на фоне пониженного содержания общих липидов у свиноматок обеих групп у заболевших животных липогенез характеризовался сниженной концентрацией холестерина и триглицеридов, имеющей место при функциональных нарушениях печени и проявлении воспалительного процесса.

Установленные величины показателей углеводного и липидного обмена у свиноматок в разные периоды репродуктивного цикла могут быть использованы при оценке уровня энергетического метаболизма, для выявления рисков возникновения патологии воспалительного характера в репродуктивных органах и своевременного принятия мер по его коррекции.

Conclusion.

In the sows with postpartum pathology, in relation to clinically healthy animals, the carbohydrate metabolism during gestation was characterized by a higher level of glucose with a reduced content of lactate and pyruvate, indicating the pronounced intensity of gluconeogenesis and its worse inclusion in energy metabolism. In lipid metabolism, against the background of a reduced content of total lipids in sows of both groups, in diseased animals, lipogenesis was characterized by a reduced concentration of cholesterol and triglycerides, which occurs in case of functional disorders of the liver and the manifestation of inflammatory processes.

The resulted values of indicators for the carbohydrate and lipid metabolism in sows in different periods of the reproductive cycle can be used for assessment of the energy metabolism level, identifying the risks of inflammatory pathology in the reproductive organs, and for the timely taking of corrective measures.

Список литературы. 1. Бригадиров, Ю. Н. Показатели липидно-углеводного обмена у свиноматок с воспалительным и процессами в репродуктивных органах / Ю. Н. Бригадиров, В. Н. Коцарев, Г. Г. Чусова // *Ветеринарный фармакологический вестник*. – 2019. – № 4. – С. 101–109. 2. Демидович, А. П. Диагностическое значение биохимических показателей крови (белковый, углеводный, липидный обмен) / А. П. Демидович. – стереотип. изд. – Витебск : ВГАВМ, 2019. – 36 с. 3. Мулярчик, О. В. Этиопатические аспекты изменений углеводного обмена при физиологически протекающей беременности и гестационном сахарном диабете / О. В. Мулярчик, З. В. Забаровская, О. В. Тишкова // *Белорусский медицинский журнал*. – 2002. – № 2. – С. 19–23. 4. Конева, И. В. Взаимосвязь показателей белкового и липидного обмена свиноматок в различные физиологические периоды / И. В. Конева, Л. А. Берендяева, А. В. Конев // *Эволюция современной науки : сборник статей Международной научно-практической конференции (5 апреля 2016 г., г. Киров): в 4 ч. / Омский государственный аграрный университет*. – Омск, 2016. – Ч. 4. – С. 83–86. 5. Методические рекомендации по диагностике, терапии и профилактике нарушений обмена веществ у продуктивных животных / М. И. Рецкий [и др.]. – Воронеж : Истоки, 2005. – 94 с. 6. Метаболизм, транспорт и состав липидов в плаценте / Т. Н. Погорелова [и др.] // *Фундаментальные исследования*. – 2015. – № 2(26). – С. 5832–5836. 7. Деметьева, Т. А. Динамика изменения содержания холестерина в крови свиней / Т. А. Деметьева, К. В. Жучаев // *Фундаментальные исследования*. – 2008. – № 10. – С. 36–37. 8. Погребняк, А. А. Изменения биохимических показателей у беременных женщин / А. А. Погребняк, К. В. Хорляков, О. В. Хорлякова // *Международный студенческий научный вестник*. – 2015. – № 2, ч. 2. – С. 173–174. 9. Власов, А. Б. Использование жировых добавок в кормлении сельскохозяйственных животных и птицы / А. Б. Власов // *Научный журнал КубГАУ*. – 2012. – № 77. – С. 710–719. 10. Прилепская, В. Н. Беременность и ожирение: возможности применения Ксеникала / В. Н. Прилепская, Е. В. Цаллагова // *Фарматека*. – 2010. – № 9. – С. 38–42. 11. Влияние неполноценного кормления супоросных свиноматок на вероятность возникновения послеродового эндометрита и агалактии / В. И. Котарев [и др.] // *Актуальные вопросы сельскохозяйственной биологии*. – 2018. – № 2(8). – С. 26–31. 12. Самсонович, В. А. Влияние интенсивных технологий выращивания на углеводный, липидный и минеральный обмен у свиней / В. А. Самсонович, Н. С. Мотузко, Е. Н. Кудрявцева // *Ученые записки учреждения образования "Витебская ордена "Знак Почета" государственная академия ветеринарной медицины"*. – 2013. – Т. 49, № 2-1. – С. 141–144.

References. 1. Brigadirov, Iu. N. Pokazateli lipidno-uglevodnogo obmena u svinomatok s vospalitelnykh i protsessami v reproduktivnykh organakh / Iu. N. Brigadirov, V. N. Kotsarev, G. G. Chusova // *Veterinarnyi farmakologicheskii vestnik*. – 2019. – № 4. – С. 101–109. 2. Demidovich, A. P. Diagnosticheskoe znachenie biokhimicheskikh pokazatelei krovi (belkovyi, uglevodnyi, lipidnyi obmen) / A. P. Demidovich. – stereotip. izd. – Vitebsk : VGAVM, 2019. – 36 s. 3. Muliarchik, O. V. Etiopaticheskie aspekty izmenenii uglevodnogo obmena pri fiziologicheskii protekaiushchii beremennosti i gestatsionnom sakharnom diabete / O. V. Muliarchik, Z. V. Zabarovskaia, O. V. Tishkovskaia // *Belorusskii meditsinskii zhurnal*. – 2002. – № 2. – С. 19–23. 4. Koneva, I. V. Vzaïmosviaz pokazatelei belkovogo i lipidnogo obmena svinomatok v razlichnye fiziologicheskie periody / I. V. Koneva, L. A. Berendiaeva, A. V. Konev // *Evoliutsiia sovremennoi nauki : sbornik statei Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii (5 apreliia 2016 g., g. Kirov): v 4 ch. / Omskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet*. – Omsk, 2016. – Ch. 4. – С. 83–86. 5. Metodicheskie rekomendatsii po diagnostike, terapii i profilaktike narushenii obmena veshchestv u produktivnykh zhivotnykh / M. I. Retskii [i dr.]. – Voronezh : Istoki, 2005. – 94 s. 6. Metabolizm, transport i sostav lipidov v platsente / T. N. Pogorelova [i dr.] // *Fundamentalnye issledovaniia*. – 2015. – № 2(26). – С. 5832–5836. 7. Dementeva, T. A. Dinamika izmeneniiia soderzhaniia kholesterina v krovi svinei / T. A. Dementeva, K. V. Zhuchaeu // *Fundamentalnye issledovaniia*. – 2008. – № 10. – С. 36–37. 8. Pogrebniak, A. A. Izmeneniia biokhimicheskikh pokazatelei u beremennykh zhenshchin / A. A. Pogrebniak, K. V. Khorliakov, O. V. Khorliakova // *Mezhdunarodnyi studencheskii nauchnyi vestnik*. – 2015. – № 2, ch. 2. – С. 173–174. 9. Vlasov, A. B. Ispolzovanie zhirovyykh dobavok v kormlenii sel'skokhoziaistvennykh zhivotnykh i ptitsy / A. B. Vlasov // *Nauchnyi zhurnal KubGAU*. – 2012. – № 77. – С. 710–719. 10. Prilepskaia, V. N. Beremennost i ozhirenie: vozmozhnosti primeneniia Ksenikala / V. N. Prilepskaia, E. V. Tsallagova // *Farmateka*. – 2010. – № 9. – С. 38–42. 11. Vliianie nepolnotsennogo kormleniia suporosnykh svinomatok na veroiatnost vozniknoveniia poslerodovogo endometrita i agalaktii / V. I. Kotarev [i dr.] // *Aktualnye voprosy sel'skokhoziaistvennoi biologii*. – 2018. – № 2(8). – С. 26–31. 12. Samsonovich, V. A. Vliianie intensivnykh tekhnologii vyrashchivaniia na uglevodnyi, lipidnyi i mineralnyi obmen u svinei / V. A. Samsonovich, N. S. Motuzko, E. N. Kudriavtseva // *Uchenye zapiski uchrezhdeniia obrazovaniia "Vitebskaia ordena "Znak Pocheta" gosudarstvennaia akademiia veterinarnoi meditsiny"*. – 2013. – Т. 49, № 2-1. – С. 141–144.

Поступила в редакцию 27.04.2023.

DOI 10.52368/2078-0109-2023-59-2-93-98
УДК 636.39:602.6:637.112.7

ВЛИЯНИЕ ИНТЕРВАЛЬНОГО ДОЕНИЯ КОЗ-ПРОДУЦЕНТОВ НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ И СОДЕРЖАНИЕ ЛАКТОФЕРРИНА ЧЕЛОВЕКА В МОЛОКЕ ЖИВОТНЫХ

Будевич А.И. ORCID ID 0009-0007-6688-1081, Петрушко Е.В. ORCID ID 0009-0004-6096-3391, Ермолицкий В.Н. ORCID ID 0009-0006-1102-4018, Пайтерова О.В. ORCID ID 0009-0006-3972-3777, Свирская А.А. ORCID ID 0009-0003-0709-1101

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

*Установлено, что применение интервального доения коз-продуцентов биоаналога лактоферрина человека приводит к достоверным изменениям в физико-химических и биохимических показателях молока животных: повышению жира на 32% ($P<0,001$), общего белка – на 12% ($P<0,001$), СОМО – на 9% ($P<0,001$), плотности – на 18% ($P<0,001$), содержанию соматических клеток – на 81% ($P<0,001$), концентрации рчЛФ – на 15,2-66,0% ($P<0,001$) по сравнению с первоначальным периодом. Интервальное доение коз-продуцентов рекомбинантного белка способствует активации выработки лактоферрина человека, что может быть использовано для регуляции производства рчЛФ при мониторинге состояния молочной железы трансгенных животных. **Ключевые слова:** интервальное доение, молоко, рекомбинантный человеческий лактоферрин, соматические клетки, трансгенные козы-продуценты.*

INFLUENCE OF INTERVAL MILKING OF PRODUCING GOATS ON PHYSICOCHEMICAL INDICATORS AND CONTENT OF HUMAN LACTOFERRIN IN ANIMAL MILK

Budevich A.I., Petrushko E.V., Ermolitsky V.N., Payterova O.V., Svirskaya A.A.

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

*It has been established that the use of the interval milking of goats producing biosimilar human lactoferrin leads to significant changes in the physicochemical and biochemical indicators of animal milk, namely, to an increase in fat content by 32% ($P<0.001$), total protein content – by 12% ($P<0.001$), MSNF – by 9% ($P<0.001$), density – by 18% ($P<0.001$), somatic cell content – by 81% ($P<0.001$), rhLF concentration – by 15.2-66.0% ($P<0.001$ 0.001) compared to the initial period. Interval milking of goats producing recombinant protein promotes the activation of human lactoferrin production, which can be used to regulate rhLF production in monitoring the mammary gland status of transgenic animals. **Keywords:** interval milking, milk, recombinant human lactoferrin, somatic cells, transgenic producing goats.*

Введение. Лактоферрин (ЛФ) представляет собой металлсвязывающий гликопротеин молекулярной массой 80 кДа, принадлежащий к семейству трансферринов [1].

Установлено [2], что основными двумя источниками лактоферрина (ЛФ) в организме млекопитающих являются органные и тканевые эпителиальные клетки, которые синтезируют и выделяют данный белок в молоко, слезы, слюну, носовую жидкость, бронхиальный и кишечный секрет, синовиальную и спинномозговую жидкость, а также гранулы нейтрофилов, синтезирующие гликопротеин в значительных количествах, из вторичный форм которых ЛФ высвобождается и при необходимости эффективно удаляется из кровотока печенью. Исследования на крысах показали, что около 95% внутривенно введенного ЛФ (0,25 мг/кг от массы тела) захватывается печенью в течение 5 минут [3].

Лактоферрин модулирует состав и баланс пробиотиков, которые, в свою очередь, участвуют в процессах формирования и поддержания иммунитета через слизистую оболочку кишечника. ЛФ участвует во многих физиологических функциях организма, включая регулирование всасывания железа и иммунных реакций, поддержание баланса антиоксидантов, а также проявляет антимикробную, противовирусную и противовоспалительную активность [4].

Показано [2], что концентрация ЛФ в молоке лактирующих женщин и животных значительно различается. Так, в женском молоке отмечено самое высокое содержание белка (1-6 мг/мл), в молоке мышей – умеренный его уровень (1-2 мг/мл), а в молоке жвачных животных – самая низкая концентрация ЛФ (0,01-0,1 мг/мл) относительно двух первых позиций, при этом в молоке крольчих и крыс лактоферрин отсутствует. Во время приостановки или прекращения лактации в молочной железе человека содержание ЛФ увеличивается до 50 мг/мл, а у крупного рогатого скота – до 20-100 мг/мл [5]. Причем в этот же период концентрация белка в слюне и слезах указанных выше видов млекопитающих составляла около 30 и 2 мг/мл соответственно [5, 6].

По мнению Nuijens J.H. [2], многофункциональность в биологических свойствах чЛФ – основа для его применения в продуктах питания и лекарственных средствах для человека и животных, которые могут быть представлены в качестве профилактических и лечебных препаратов для терапии местных или системных инфекций и хронических воспалений, а также могут быть предназначены для людей с воспалительными заболеваниями кишечника, больных, получающих высокодозную химиотерапию, для пациентов с аллергической астмой. Противомикробное, противовоспалительное и иммуномодулирующее действие чЛФ способно вызывать рост клеток кишечника, при этом его пробиотическая активность за счет стимулирования *Bifidobacterium*, а также за счет влияния белка на усвояемость железа может оказывать благоприятный эффект на людей с указанными выше проблемами [2, 7].

В работах некоторых авторов [8] сообщается о том, что при использовании человеческого и коровьего (кЛФ) лактоферринов, полученных после фракционирования молока, в качестве компонента лекарственных средств последний может быть иммуногенен для человека и вызывать аллергические реакции. Более того, при пероральном применении кЛФ гораздо более восприимчив, чем чЛФ, к протеолиту пищеварительными протеазами, такими как трипсин, что может снижать его общее терапевтическое действие при доставке в воспаленные участки желудочно-кишечного тракта. Вместе с тем, использование женского молока для получения лактоферрина сильно ограничено ввиду нехватки сырья и в этой связи существующей острой необходимости создания банков для хранения молока и его прямого использования для кормления новорожденных, при этом имеют место этические вопросы, возникающие при организации сбора сырья, а также нужен постоянный контроль наличия болезней, передающихся от человека к человеку. В этой связи были предложены различные биологические системы по созданию крупномасштабного производства функционального рекомбинантного чЛФ (рчЛФ), в их числе клетки млекопитающих, грибы, дрожжи, трансгенный рис, а также козы-продуценты рчЛФ, показавшие свою эффективность при промышленных условиях эксплуатации стада, устойчиво передающие встроенный в геном экспрессионный вектор в ряду поколений (F₇-F₈), со средней концентрацией «белка интереса» в молоке 1,5-3,0 г/л [9, 10].

Регуляция синтеза лактоферрина в организме животных, продуцирующих данный гликопротеин с молоком, является одним из направлений исследований, направленных на повышение количества вырабатываемого молочной железой ЛФ и, соответственно, на снижение издержек при его выделении. Так, работами ряда исследователей [10, 11] установлено, что управление доением может быть способом увеличения концентрации ЛФ в молоке коров средней и поздней лактации. Для этого был модифицирован ежедневный двукратный процесс получения сырья до одноразового доения животных на 2-й, 4-й и 7-й день (для коров средней лактации) и на 2-й и 4-й день (для животных поздней лактации). По окончании опыта полноценная лактация у коров была возобновлена в течение 4 дней, и результаты эксперимента показали, что концентрация лактоферрина во всех группах животных достигала значения ~1 г/л и была выше исходного показателя почти в 100 раз (P<0,01). При этом у коров на стадии поздней лактации повышенный уровень ЛФ сохранялся еще на протяжении 4 дней после окончания эксперимента. Более того, молочная железа коров оказалась способной быстро возвращаться в естественное лактирующее состояние после приостановления доения с отсутствием признаков мастита, и, хотя значение показателя соматических клеток (SCC) было повышено, воспалительного процесса в молочной железе выявлено не было.

Основная гипотеза исследований состояла в том, что сокращение кратности доения коз-продуцентов более чем на 24 часа повысит концентрацию рчЛФ в молоке и не окажет отрицательного воздействия на молочную железу животных.

Целью исследований явилось изучение влияния интервального доения коз-продуцентов лактоферрина человека на физико-химические показатели сырья и концентрацию рекомбинантного белка в молоке животных.

Материалы и методы исследований. Исследования проводились на Биотехнологическом научно-экспериментальном производстве по трансгенезу животных РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству» в зимне-весенний период года.

Объектом исследований являлось молоко, полученное от здоровых коз-продуцентов (n=10) лактоферрина человека зааненской породы 2-5 лактации живой массой 45-50 кг.

Продолжительность эксперимента составляла 30 дней, включающего три 10-дневных периода (рисунок 1).

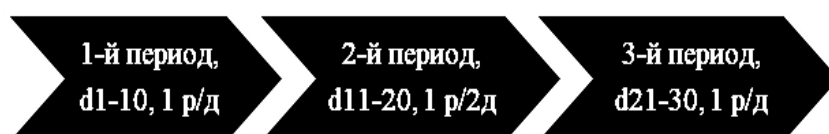


Рисунок 1 - Схема доения коз-продуцентов

В течение первых 10 дней доение животных осуществлялось с использованием общепринятого в условиях фермы однократного режима (1 р/д; утро 11.00). В течение последующих 10 дней козы-продуценты подвергались доению с интервалом 45 часов (1р/2д; утро 8.00), после чего животные возвращались к обычному режиму получения молока (1 р/д; утро 11.00).

Для доения продуцентов использовался индивидуальный передвижной доильный аппарат, при этом учитывалась продуктивность каждого животного в течение всего экспериментального периода. Вымя животного до и после получения молока обрабатывалось в соответствии с гигиеническими требованиями.

Полученное молоко фильтровалось, тщательно перемешивалось, после чего проводился отбор образцов: 1,5 мл – для определения концентрации лактоферрина, 200-250 мл – на проведение физико-химических исследований.

Образцы размещались в холодильной камере на срок не менее двух часов для охлаждения до температуры $4\pm 2^\circ\text{C}$. Пробы, предназначенные для определения содержания концентрации рчЛФ, замораживались и хранились при -18°C .

Перед началом определения физико-химических показателей с целью равномерного распределения жировых шариков и удаления излишков газов проводилась пробоподготовка образцов молока путем их подогрева в водяной бане BWB-30M до $40-50^\circ\text{C}$, тщательного перемешивания и охлаждения до 20°C .

Всего в эксперименте было отобрано 250 образцов молока, которые исследовались по физико-химическим показателям: жиру (%), белку (%), СОМО (%), плотности ($^\circ\text{A}$), лактозе (%) с помощью прибора «Экомилк» (Болгария); по содержанию соматических клеток (SCC, тыс./см³) на счетчике «DCC» (Delaval, Швеция); по количественному содержанию рекомбинантного лактоферрина человека методом ИФА с использованием микропланшетного ридера «Sunrise» (Тесан, Австрия), при этом измерение для каждого образца было выполнено в двух повторах. Количество выдоенного молока определялось с помощью мерного цилиндра.

На протяжении всего эксперимента осуществлялся ежедневный контроль состояния здоровья молочной железы животных.

Содержание и рацион кормления животных на протяжении опыта не менялись.

Полученные данные были обработаны с помощью приложения Microsoft Office Excel.

Результаты исследований. Данные результатов эксперимента по молочной продуктивности, физико-химическому составу молока коз-продуцентов рчЛФ во взаимосвязи с содержанием рекомбинантного лактоферрина человека и значением показателя соматических клеток при общепринятом доении животных 1 р/д по сравнению с получением от них молока 1 р/2дня в зимне-весенний период года представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Молочная продуктивность и характеристика сырья коз-продуцентов рчЛФ при интервальном доении животных в зимне-весенний период года

Период доения	Показатели продуктивности и качества молока трансгенных коз							
	удой, мл	жир, %	белок, %	СОМО, %	плотность, $^\circ\text{A}$	лактоза, %	SCC, тыс./см ³	лактоферрин, г/л
d1-10, доение 1 р/д	781,81 $\pm$ 35,96	3,04 $\pm$ 0,14	3,49 $\pm$ 0,03	9,8 $\pm$ 0,05	30,3 $\pm$ 1,52	5,52 $\pm$ 0,05	239,4 $\pm$ 14,73	3,2 $\pm$ 0,07
d11-20, 1 р/2дня	1422,7 $\pm$ 67,54 ^{***}	4,47 $\pm$ 0,12 ^{***}	3,98 $\pm$ 0,06 ^{***}	10,73 $\pm$ 0,12 ^{***}	37,01 $\pm$ 0,76 ^{***}	5,61 $\pm$ 0,13	1245,27 $\pm$ 56,55 ^{***}	5,84 $\pm$ 0,12 ^{***}
d21-30, доение 1 р/д	702,2 $\pm$ 31,8	3,60 $\pm$ 0,2 [*]	3,66 $\pm$ 0,04 ^{***}	10,09 $\pm$ 0,04 ^{***}	34,1 $\pm$ 0,41 ^{***}	5,58 $\pm$ 0,06	755,23 $\pm$ 30,54 ^{***}	4,11 $\pm$ 0,14 ^{***}

Примечания: * $P<0,05$; ^{*} $P<0,01$; ^{***} $P<0,001$ рассчитаны для показателей режима доения 1 р/2дня и 3-го периода (1 р/д) относительно показателей 1-го периода (парные сравнения, t-критерий Стьюдента). Данные представлены в виде среднего значения $\pm$ стандартная ошибка среднего (SEM).

В период d1-10 при доении животных-продуцентов рчЛФ 1 р/д средняя продуктивность коз находилась на уровне 781,81 мл (наибольшее значение – 1050 мл, наименьшее – 550 мл, медианна – 750 мл). Интервальное получение молока через 45 часов (d11-20, доение 1 р/2дня) позволило почти двукратно повысить средний удой (1422,7 мл), однако при расчете на 10-дневный период продуктивность животных снизилась на 9% по сравнению с 1-м периодом и составила 711,35 мл в день. Продукция молока в 3-й период d21-30 (доение 1 р/д) составила в среднем 702,2 мл (наибольшее значение – 900 мл, наименьшее – 400 мл, медиана – 700 мл), что свидетельствовало о неполном восстановлении продуктивности животных по отношению к 1-му периоду d1-10, которая была ниже на 10%.

Таким образом, наблюдалось снижение удоя животных в диапазоне 9-10% при интервальном получении молока во 2-й и 3-й периоды опыта по сравнению с 1-м (таблица 1, рисунок 2).

Показатели физико-химического состава молока при доении животных 1 р/2дня значительно превосходили таковые 1-го периода эксперимента (таблица 1). Так, содержание жира было выше на 32% (4,47 против 3,04%, $P<0,001$), общего белка – на 12% (3,98 против 3,49%, $P<0,001$), СОМО – на 9% (10,73 против 9,8%, $P<0,001$), плотности – на 18% (37,01 против 30,3А, $P<0,001$), лактозы – на 2% (5,61 против 5,52%).

Исследование характеристик молока в течение 10 дней периода d21-30 (таблица 1) показало, что значения показателей физико-химического состава сырья также преобладали по сравнению с периодом d1-10. Так, содержание жира было выше на 16% (3,6 против 3,04%, $P<0,05$), белка – на 5% (3,66 против 3,49%, $P<0,001$), СОМО – на 3% (10,09 против 9,8%, $P<0,001$), плотности – на 11% (34,1 против 30,3А, $P<0,001$), лактозы – на 1% (5,58 против 5,52%).

Представленные данные свидетельствуют о том, что более редкое доение животных приводит к накоплению молока в молочной железе коз-производителей рчЛФ, что, в свою очередь, оказывает существенное влияние на его физико-химический состав. При этом показатель содержания лактозы в течение эксперимента был наименее вариабелен по сравнению с другими компонентами молока. Наиболее вероятным объяснением этому является существенная роль лактозы в поддержании осмотического равновесия между кровотоком и альвеолярными клетками в молочной железе в течение периода синтеза и секреции молока в альвеолах, расположенных вокруг молочных протоков вымени [12]. При этом лактоза выполняет важную роль в компенсаторном механизме, регулирующем состав молока в условиях производства молочной железой сверхпродукции рекомбинантного белка (~90-120% от уровня нативного козьего лактоферрина).

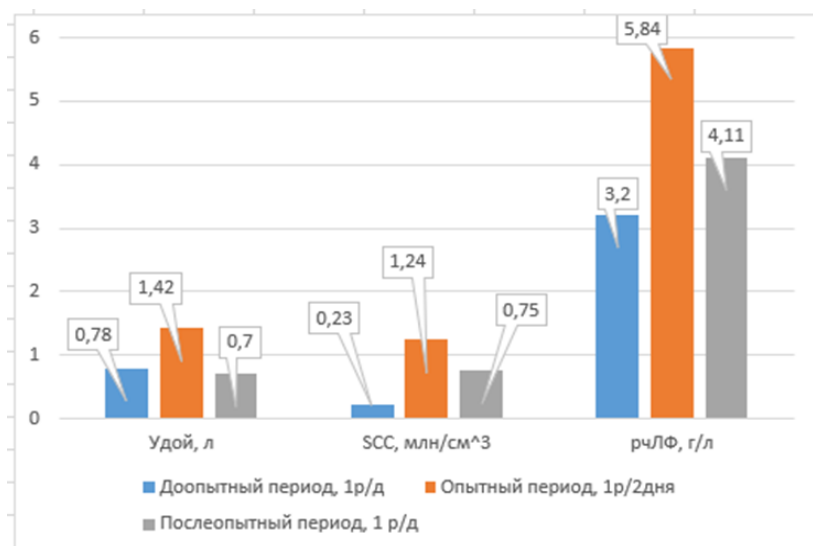


Рисунок 2 – Показатели удоя, соматических клеток и рекомбинантного лактоферрина человека в течение проведения эксперимента

Значения показателя содержания соматических клеток (SCC) в молоке трансгенных коз в течение проведения эксперимента представлены в Таблице 1 и на Рисунке 2. Так, в 1-й период опыта показатель SCC был низким и составил 239,4 тыс/см³ (диапазон – 117-310 тыс/см³). Интервальное доение животных d11-20 привело к резкому повышению соматических клеток в молоке – средний показатель SCC оказался на уровне 1245,27 тыс/см³ (диапазон – 844-1868 тыс/см³, медиана – 1040 тыс/см³, $P<0,001$), что в 5,2 раза, или на 81%, было выше по сравнению с периодом d1-10.

При переводе животных на режим доения 1 р/д (d21-30) было отмечено снижение количества соматических клеток на 39% (до 755,23 тыс/см³) по сравнению с периодом d11-20. При этом необходимо отметить, что показатель SCC после окончания 3-го периода был выше на 68% ($P<0,001$) по сравнению с 1-м, т.е. восстановления первоначального уровня наличия соматических клеток в сыре в течение 10 дней после изменения режима доения на ежедневный не произошло.

Данные по содержанию рекомбинантного гликопротеина в молоке коз-производителей, представленные в таблице 1 и на рисунке 2, свидетельствуют о том, что концентрация рчЛФ была различна в каждом отрезке эксперимента. Так, существенные количественные изменения содержания белка были отмечены в период применения интервального доения животных (средняя концентрация – 5,84 г/л, диапазон значений - 5,3-6,6 г/л, медиана – 5,8 г/л), при котором концентрация рчЛФ в молоке достоверно ($P<0,001$) увеличилась на 45%, или в 1,8 раза (5,84 против 3,2 г/л), по сравнению с

периодом d1-10. В период d21-30 содержание рекомбинантного белка находилось на достаточно высоком уровне – 4,11 г/л (диапазон значений – 3,6-6,3 г/л, медианна – 3,9 г/л), но снизилось на 30% по сравнению с вышеуказанным периодом. Вместе с тем использование интервального доения животных позволило повысить уровень «белка интереса» на 22% ($P<0,001$), или в 1,3 раза, по сравнению с периодом d1-10 в целом по опыту.

В таблице 2 приведен прогнозный расчет увеличения количественного показателя рекомбинантного лактоферрина человека в молоке коз-продуцентов при использовании интервального доения животных.

Таблица 2 – Прогнозный расчет содержания рчЛФ в молоке коз-продуцентов при использовании интервального доения животных

Период доения	Средний удой, л	Содержание рчЛФ в молоке		Прогнозный расчет количества рчЛФ в молоке за период доения, г			*Увеличение содержания рчЛФ в молоке, %
		в среднем, г/л	в расчете на удой, г	за 10 дней доения	за 5 дней доения	за 10 дней доения	
d1-10, доение 1 р/д	0,782	3,2±0,07	2,5	25,0	-	-	-
d11-20, 1 р/2дня	1,423	5,84±0,12	8,3	-	41,5	-	66,0
d21-30, доение 1 р/д	0,702	4,11±0,14	2,88	-	-	28,8	15,2

Примечание. * рассчитано по отношению к периоду доения d1-10.

Из данных таблицы видно, что увеличение концентрации рекомбинантного белка за весь эксперимент при доении животных 1р/2дня и 1 р/д составило 66,0 и 15,2%, соответственно, по сравнению с периодом d1-10, тем самым продемонстрирована возможность управления синтезом рчЛФ при изменении режима получения молока от животных-продуцентов.

Следует отметить, что в период доения коз 1р/2 дня вместе с повышением количества белка в молоке продуцентов также происходило и увеличение содержания соматических клеток в сырье, что могло свидетельствовать о развитии воспалительного процесса в молочной железе животных. Однако постоянный мониторинг коз на наличие указанной патологии в течение эксперимента показал ее отсутствие у продуцентов.

С одной стороны, данный факт может объясняться сверхпродукцией лактоферрина, который сдерживает развитие воспаления, с другой стороны, по мнению Welty F.K. et al. [13], может происходить дополнительный выброс ЛФ другими эпителиальными клетками, а также высвобождение белка из вторичных гранул нейтрофильных полиморфноядерных лейкоцитов, что препятствует образованию очагов различных инфекций. Наконец, говоря о сокращении доения животных как об инициации естественного процесса для перевода их в запуск, Stelwagen K. [12] считает данный подход допустимым при соответствующем контроле состояния здоровья животных. В связи с тем, что ЛФ стимулирует образование продуктов воспалительных реакций – цитокинов, хемокинов и лейкоцитов, в результате чего происходит увеличение общего количества соматических клеток в молоке, что в свою очередь может указывать на начало негативных процессов в вымени животных, мониторинг состояния их молочной железы крайне необходим [14].

Вместе с тем, некоторые авторы [15] сообщают о том, что козы обладают большой способностью адаптироваться к возможным сложным условиям изменяющейся производственной среды, при этом сокращение и затем возобновление доения позволяет животным данного вида восстановить первоначальный уровень своей продуктивности и сохранить устойчивость к действию различного рода повреждающих факторов.

Закключение. Установлено, что применение интервального доения коз-продуцентов биоаналога лактоферрина человека приводит к достоверным изменениям в физико-химических и биохимических показателях молока животных. Показатели физико-химического состава молока при доении животных 1 р/2дня значительно превосходили таковые при доении животных 1 р/день. Жир был выше на 32% ($P<0,001$), белок – на 12% ($P<0,001$), СОМО – на 9% ($P<0,001$), плотность – на 18% ($P<0,001$), лактоза – на 2% (5,52%). Доение животных 1 р/2дня привело к резкому повышению соматических клеток в молоке – средний показатель SCC был на уровне 1245,27 тыс/см³ ($P<0,001$), что в 5,2 раза, или на 81%, было выше по сравнению с периодом d1-10. При интервальном доении концентрация рчЛФ на 15,2-66,0% ($P<0,001$) была выше по сравнению с первоначальным периодом. Интервальное доение коз-продуцентов рекомбинантного белка способствует активации выработки лактоферрина человека, что может быть использовано для регуляции производства рчЛФ при мо-

ниторинге состояния молочной железы трансгенных животных.

Conclusion. It has been established that the use of the interval milking of goats producing biosimilar human lactoferrin leads to significant changes in the physicochemical and biochemical indicators of animal milk. Physicochemical indicators of milk when milking animals once every 2 days were considerably superior to those obtained when milking animals once a day. Fat content was higher by 32% ($P < 0.001$), protein content – by 12% ($P < 0.001$), MSNF – by 9% ($P < 0.001$), density – by 18% ($P < 0.001$), lactose content – by 2% (5.52%). Milking of animals once every 2 days resulted in a dramatic increase of somatic cell content in milk – the average SCC was at the level of 1245.27 thousand/cm³ ($P < 0.001$), which was 5.2 times or 81% higher compared to the period d1-10. During interval milking, the concentration of rhLF was 15.2-66.0% ($P < 0.001$) higher compared to the initial period. The interval milking of goats producing recombinant protein promotes the activation of human lactoferrin production, which can be used to regulate rhLF production in monitoring the mammary gland status of transgenic animals.

Список литературы. 1. Bovine lactoferrin as a Modulator of Neuroendocrine Components of Stress / F. Guzmán-Mejía [et al.] // *Curr. Mol. Pharmacol.* – 2021. – Vol. 14. – P. 1037–1045. 2. Structure and biological actions of lactoferrin / J.H. Nuijens [et al.] // *Journal of Mammary Gland Biology and Neoplasia* – 1996. – Vol. 1. – P. 285–295. 3. Lactoferrin uptake by the rat liver. Characterization of the recognition site and effect of selective modification of arginine residues / G. J. Ziere [et al.] // *J. Biol. Chem.* – 1996. – Vol. 267. – P. 11229–11235. 4. Immunomodulatory effects of lactoferrin / T. Siqueiros-Cendón [et al.] // *Acta Pharmacol. Sin.* – 2014. – Vol. 35. – P. 557–566. 5. Lactoferrin levels in normal human tears / A. Kijlstra [et al.] // *Br. J. Ophthalmol.* – 1983. – Vol. 67. – P. 199–202. 6. Decreased excretion of antimicrobial proteins and peptides in saliva of patients with oral candidiasis / T. Tanida [et al.] // *J. Oral Pathol. Med.* – 2003. – Vol. 32. – P. 586–594. 7. Molecular cloning and functional expression of a human intestinal lactoferrin receptor / Y. A. Suzuki [et al.] // *Biochemistry.* – 2003. – Vol. 40. – P. 15771–15779. 8. The effect of trypsin and chymotrypsin on the in vitro antimicrobial and iron-binding properties of lactoferrin in human milk and bovine colostrum. Unusual resistance of human apolactoferrin to proteolytic digestion / R. D. Brines [et al.] // *Biochim Biophys Acta.* – 1983. – Vol. 759. – P. 229–235. 9. Glycosylated and unglycosylated human lactoferrins can both bind iron and have identical affinities towards human lysozyme and bacterial lipopolysaccharide, but differ in their susceptibility towards tryptic proteolysis / P. H. van Berkel [et al.] // *Biochem. J.* – 1995. – Vol. 312. – P. 107–114. 10. Goats producing biosimilar human lactoferrin / D.M. Bogdanovich [et al.] // *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* – 2021. – Vol. 852. – Cm. 12080. 11. Reduced milking frequency increases the concentration of host-defense proteins in milk / K. Stelwagen [et al.] // *Journal of Dairy Science.* – 2011. – Vol. 94. – P. 751. 12. Zaharia, N. Evaluation of milk production of goats populations from North-Eastern Romania / N. Zaharia, C. Pascal, R. Zaharia // *Lucrări științifice. Seria Zootehnie.* – 2011. – Vol. 55. – P. 108–111. 13. Stelwagen, K. Effect of milking frequency on mammary functioning and shape of the lactation curve / K. Stelwagen // *J. Dairy Sci.* – 2001. – Vol. 84. – P. E204–E211. 14. Lactoferrin Concentration During Involution of the Bovine Mammary Gland / F. K. Welty [et al.] // *Journal of Dairy Science.* – 1976. – Vol. 59. – P. 224–231. 15. Small molecule lactoferrin with an inflammatory effect but no apparent antibacterial activity in mastitic mammary gland secretion / K. Y. Komine [et al.] // *J. Vet. Med. Sci.* – 2005. – Vol. 67. – P. 181–193. 16. Silanikove, N. The physiological basis of adaptation in goats to harsh environments / N. Silanikove // *Small Rumin. Res.* – 2000. – Vol. 35. – P. 181–193.

References. 1. Bovine lactoferrin as a Modulator of Neuroendocrine Components of Stress / F. Guzmán-Mejía [et al.] // *Curr. Mol. Pharmacol.* – 2021. – Vol. 14. – P. 1037–1045. 2. Structure and biological actions of lactoferrin / J.H. Nuijens [et al.] // *Journal of Mammary Gland Biology and Neoplasia* – 1996. – Vol. 1. – P. 285–295. 3. Lactoferrin uptake by the rat liver. Characterization of the recognition site and effect of selective modification of arginine residues / G. J. Ziere [et al.] // *J. Biol. Chem.* – 1996. – Vol. 267. – P. 11229–11235. 4. Immunomodulatory effects of lactoferrin / T. Siqueiros-Cendón [et al.] // *Acta Pharmacol. Sin.* – 2014. – Vol. 35. – P. 557–566. 5. Lactoferrin levels in normal human tears / A. Kijlstra [et al.] // *Br. J. Ophthalmol.* – 1983. – Vol. 67. – P. 199–202. 6. Decreased excretion of antimicrobial proteins and peptides in saliva of patients with oral candidiasis / T. Tanida [et al.] // *J. Oral Pathol. Med.* – 2003. – Vol. 32. – P. 586–594. 7. Molecular cloning and functional expression of a human intestinal lactoferrin receptor / Y. A. Suzuki [et al.] // *Biochemistry.* – 2003. – Vol. 40. – P. 15771–15779. 8. The effect of trypsin and chymotrypsin on the in vitro antimicrobial and iron-binding properties of lactoferrin in human milk and bovine colostrum. Unusual resistance of human apolactoferrin to proteolytic digestion / R. D. Brines [et al.] // *Biochim Biophys Acta.* – 1983. – Vol. 759. – P. 229–235. 9. Glycosylated and unglycosylated human lactoferrins can both bind iron and have identical affinities towards human lysozyme and bacterial lipopolysaccharide, but differ in their susceptibility towards tryptic proteolysis / P. H. van Berkel [et al.] // *Biochem. J.* – 1995. – Vol. 312. – P. 107–114. 10. Goats producing biosimilar human lactoferrin / D.M. Bogdanovich [et al.] // *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* – 2021. – Vol. 852. – Cm. 12080. 11. Reduced milking frequency increases the concentration of host-defense proteins in milk / K. Stelwagen [et al.] // *Journal of Dairy Science.* – 2011. – Vol. 94. – P. 751. 12. Zaharia, N. Evaluation of milk production of goats populations from North-Eastern Romania / N. Zaharia, C. Pascal, R. Zaharia // *Lucrări științifice. Seria Zootehnie.* – 2011. – Vol. 55. – P. 108–111. 13. Stelwagen, K. Effect of milking frequency on mammary functioning and shape of the lactation curve / K. Stelwagen // *J. Dairy Sci.* – 2001. – Vol. 84. – P. E204–E211. 14. Lactoferrin Concentration During Involution of the Bovine Mammary Gland / F. K. Welty [et al.] // *Journal of Dairy Science.* – 1976. – Vol. 59. – P. 224–231. 15. Small molecule lactoferrin with an inflammatory effect but no apparent antibacterial activity in mastitic mammary gland secretion / K. Y. Komine [et al.] // *J. Vet. Med. Sci.* – 2005. – Vol. 67. – P. 181–193. 16. Silanikove, N. The physiological basis of adaptation in goats to harsh environments / N. Silanikove // *Small Rumin. Res.* – 2000. – Vol. 35. – P. 181–193.

Поступила в редакцию 31.03.2023.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕТРАДИЦИОННЫХ ЦЕЛЛЮЛОЗОСОДЕРЖАЩИХ ДОБАВОК В РАЦИОНАХ КОРОВ КАК АЛЬТЕРНАТИВА СНИЖЕНИЮ ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

*Засеев А.Т., **Семененко М.П. ORCID ID 0000-0001-8266-5900

*ФГБОУ ВО «Горский государственный аграрный университет»

**ФГБНУ «Краснодарский научный центр по зоотехнии и ветеринарии»

*В статье представлены результаты применения скопа в качестве нетрадиционной кормовой добавки для включения ее в рационы крупного рогатого скота. Эксперимент проведен на базе племенного хозяйства «Березка» Алагирского района РСО-Алания на клинически здоровых сухостойных коровах, сформированных в 2 группы (n=20). В рационы коров обеих групп была введена целлюлозосодержащая добавка из скопа в количестве 9,5 кг, при этом животным второй группы в корма дополнительно вносился доломит (карбонат кальция) в количестве 50,0 г. В производственных условиях изучено влияние рациона с включением скопа на физиологические показатели организма коров и биохимический гомеостаз крови. Установлено, что применение добавки не только не оказывает негативного влияния на организм стельных коров, но по некоторым показателям белкового обмена даже проявляет обменностимулирующее действие, характеризующее количественным увеличением суммы свободных аминокислот. При этом включение в рацион доломита улучшает питательную ценность рациона. **Ключевые слова:** коровы, целлюлозосодержащая добавка, сыворотка крови, биохимические исследования.*

USE OF NON-TRADITIONAL CELLULOSE-CONTAINING ADDITIVES IN COWS' DIETS AS AN ALTERNATIVE TO REDUCING THE TECHNOGENIC LOAD ON THE ENVIRONMENT

*Zaseev A.T., **Semenenko M.P.

*FSBEI HE "Gorsky State Agrarian University", Vladikavkaz, Russian Federation

*FSBSI "Krasnodar Research Centre for Animal Husbandry and Veterinary Medicine",
Krasnodar, Russian Federation

*The article presents the results of the use of osprey as a non-traditional feed additive for its inclusion in the diets of cattle. The experiment was carried out on the basis of the breeding farm "Berezka" of the Alagir district of the North Ossetia-Alania on clinically healthy dry cows, formed into 2 groups (n=20). In the diets of cows of both groups, a cellulose-containing additive from the osprey in the amount of 9.5 kg was used, while the animals of the second group were additionally fed with dolomite (calcium carbonate) in the amount of 50.0 g. Under production conditions, the influence of a diet with the inclusion of an osprey on the physiological parameters of the body of cows and the biochemical homeostasis of blood was studied. It has been determined that the use of the additive does not have a negative effect on the body of pregnant cows, but according to some indicators of protein metabolism, it even exhibits an exchange-stimulating effect, characterized by a quantitative increase in the amount of free amino acids. At the same time, the inclusion of dolomite in the diet improves the nutritional value of the diet. **Keywords:** cows, cellulose-containing additive, blood serum, biochemical studies.*

Введение. Загрязнение окружающей среды вредными опасными химическими и токсическими веществами и их соединениями становится в последнее время одной из значимых проблем современности, способной привести к серьезным природным и техногенным изменениям экологической безопасности планеты. Одним из путей ее решения может стать использование широкой гаммы биотехнологий, позволяющих проводить биологическое преобразование отходов и побочных продуктов перерабатывающей промышленности и сельского хозяйства. Подобная утилизация многотоннажных отходов и их переработка в кормовые средства не только позволит решить проблемы углеводного и белкового питания животных, но и будет способствовать уменьшению потенциально опасных для биосферы веществ на фоне развития малоотходных технологий их преобразования в сырье для комбикормовой промышленности [2, 3, 6].

Одним из резервов восполнения дефицита кормов для жвачных может служить производство кормовых добавок на основе технологического целлюлозного отхода – так называемого скопа, образующегося при производстве бумаги и картона на фильтрах водоочистных сооружений целлюлозно-бумажных комбинатов. Скоп – это масса, состоящая из целлюлозных волокон, глины, различных органических и неорганических примесей, в составе которой содержится от 50 до 60% волокнистой массы и 40–50% каолина, представленного соединениями кальция, железа, магния, кремния и алюминия [4, 5].

Вывоз скопа из производственных цехов требует значительных затрат и больших площадей, зачастую пригодных для сельскохозяйственного использования. К тому же отвалы скопа загрязняют почвы и прилегающие к ним водные водоемы и реки химически агрессивными стоками. Ряд ученых как в нашей стране, так и за рубежом предлагают применять скоп в качестве выгорающей добавки для производства керамического кирпича, дренажных труб и керамзита, конструкционно-

теплоизоляционных материалов, таких как плиты несъемной опалубки и жесткие теплоизоляционные плиты с наполнителем [1]. Однако ценность химического состава, а также сорбционные свойства дают возможность применения скопа в качестве нетрадиционной дешевой кормовой добавки для жвачных животных. При этом технология изготовления такой добавки позволяет использовать технические средства, применяемые в комбикормовой промышленности, при которой бумажная тара из крафт-бумаги вначале подвергается воздействию пара для размягчения и обеззараживания (уничтожение микроорганизмов и насекомых-вредителей), а затем мелассированию (пропитке мелассой в объеме 10–20% от общей массы). На заключительном этапе готовая масса подвергается высушиванию и гранулированию (рисунок 1) [7, 8, 9].



Рисунок 1 – Кормовая добавка из скопа, полученная из отходов целлюлозы

В связи с этим **целью** нашего исследования явилась возможность применения скопа в качестве нетрадиционной подкормки для включения ее в рационы крупного рогатого скота. Подобный эксперимент позволяет одновременно решить задачи экономии традиционных кормов для жвачных животных, а также снизить экологическую нагрузку в регионе, обусловленную загрязнением почв Республики Северная Осетия – Алания побочными продуктами производства промышленных предприятий.

Материалы и методы исследований. Эксперимент проведен на базе племенного хозяйства «Березка» Алагирского района РСО-Алания на клинически здоровых сухостойных коровах (60–70 дней до отела) со средней массой тела 350 кг и жирностью молока 3,5–4,1%, сформированных в 2 группы (n=20). Рацион животных полностью удовлетворял потребностям коров по общей питательности, а по перевариваемому протеину соответствовал нормативным данным (таблица 1).

Основа рациона коров обеих групп была идентичной за исключением сена, которого в составе коров первой опытной группы было 4,0 кг, второй – 5,0 кг и доломита (карбоната кальция), введенного в состав рациона коров только второй опытной группы.

Предварительно был проведен химический анализ скопа, полученного в ООО «ПРИМА» (г. Краснодар) (таблица 2). На основании результатов таблицы можно говорить о безвредности состава скопа, поскольку входящие в него соединения не обладают потенциальной токсичностью.

Таблица 1 – Рацион кормления сухостойных коров

Компоненты	Группы животных			
	1 опытная		2 опытная	
	Количество кормов	Кормовых единиц	Количество кормов	Кормовых единиц
Сено из разнотравья, кг	4,0	1,8	5,0	2,1
Силос кукурузный, кг	4,0	0,5	4,0	0,5
Корнеплоды, кг	3,5	0,5	3,5	0,5
Концентраты, кг	1,5	1,3	1,5	1,3
Соль поваренная, г	40,0	–	40,0	–
Доломит (карбонат кальция), г	–	–	50,0	–
Барда кукурузная, кг	10,0	9,5	10,0	9,5
Скоп, кг	9,5	1,0	9,5	1,0
Тетравит в/м 15 дн 1 раз, мл	5,0	–	5,0	–
Мел, г	30,0	–	30,0	–
Итого	33,07	14,6	34,12	14,9

Таблица 2 – Химический состав скопа (%)

Показатели	Величина показателя	Метод исследования
Целлюлозное волокно	60,0	Сканирующий рентгенофлуоресцентный спектрометр XRF-1800 (Shimadzu, Япония)
Кальций (CaO)	34,8	
Кремний (SiO ₂)	2,08	
Алюминий (Al ₂ O ₃)	1,26	
Железо (Fe ₂ O ₃)	0,77	
Магний (MgO)	0,64	
Сера (SO ₃)	0,24	
прочие<0,01	0,21	

Исключение может составить триоксид серы (SO₃) – серный ангидрид, который в высоких концентрациях обладает выраженной токсичностью для биологических объектов. Однако его процентное содержание в скопе достаточно ничтожно для проявления токсического действия. Тем не менее для нейтрализации SO₃ в состав кормового рациона животных второй опытной группы был введен доломит (карбонат кальция), который с триоксидом серы способен образовывать сульфат кальция с выделением углекислого газа. Химическую реакцию этих двух соединений можно обозначить следующим образом: $\text{Ca CO}_3 + \text{SO}_3 = \text{Ca SO}_4 + \text{CO}_2$. В первой группе коров карбонат кальция не вводился с целью оценки возможного негативного влияния триоксида серы на их организм в сравнительном аспекте.

Длительность опытного периода составила 30 дней, на протяжении которых у животных в динамике оценивались физиологические параметры – температура, пульс, дыхание и руминация, а также биохимический гомеостаз крови.

Биохимические показатели крови коров изучались на анализаторе Vitalab Flexor Junior (Нидерланды). Макро- и микроэлементный состав крови – на атомно-адсорбционном спектрометре «МГА-1000». Количественное содержание аминокислот в плазме крови определялось на автоматическом аминокислотном анализаторе «Amino Acid Analyzer T 339 M».

Результаты исследования. В результате исследований установлено следующее. Частота сердечных сокращений у коров обеих групп через 15 дней опытного периода возросла в сравнении с исходными данными на 21,8% (1 опытная) и на 10,8% (2 опытная). Межгрупповые различия составили 11,0% в пользу животных второй группы. Однако к концу эксперимента значения данного показателя в первой группе снизились на 5,2% при неизменности значений сердечных сокращений у коров второй опытной группы (таблица 3).

Следует учитывать, что во время беременности у животных происходит активизация многих систем, в том числе сердечно-сосудистой, связанных с проявлением адаптационных физиологических механизмов, обусловленных повышением метаболических процессов организма матери в связи с ростом и развитием плода. В дополнение к повышенному сердечному ритму отмечается и активизация дыхательных сокращений, что также физиологично для последней фазы стельности, поэтому увеличение показателей пульса и дыхания у коров обеих групп не может служить признаком токсических проявлений, обусловленных скармливанием добавки из скопа.

Таблица 3 – Динамика физиологических показателей коров (M±m, n=20)

Показатели	Группы животных					
	1 опытная			2 опытная		
	начало опыта	через 15 дней	через 30 дней	начало опыта	через 15 дней	через 30 дней
Температура, С°	38,8±1,2	38,8±0,9	39,1±0,8	38,7±1,1	38,9±0,8	38,9±1,0
Пульс, уд/мин	64±4,3	78±5,2	74±4,9	65±3,5	72±6,1	72,1±4,4
Дыхание, уд/мин	23±2,0	24±1,9	25±3,4	23±1,8	22±0,7	26±2,6
Движение рубца, мин.	3,1±0,9	3,7±0,7	3,0±0,8	3,3±0,7	4,1±0,9	3,8±0,8

По другим показателям существенной разницы между подопытными животными обеих групп установлено не было.

Биохимическими исследованиями сыворотки крови коров, получавших рационы со скопом, выявлено, что межгрупповые различия по ряду констант были минимальными, сохраняясь в пределах видовой нормы (таблица 4).

Однако через месяц скармливания целлюлозной добавки в первой группе животных сумма свободных аминокислот увеличилась на 25,0%, тогда как во второй группе повышение составило 53,9% ($p \leq 0,01$) от начальных значений. В сравнительном аспекте с коровами первой группы сум-

марный уровень аминокислот возрос на 33,7% на фоне снижения остаточного азота на 13,2 и 27,5% ($p \leq 0,05$) по группам соответственно. Концентрация свободных аминокислот в плазме отражает состояние динамического равновесия, которое определяется количеством аминокислот, поступающих с потребленным белком, скоростью поглощения тканями на синтез белка и степенью деградации белков и аминокислот.

Таблица 4 – Динамика биохимических показателей крови коров ($M \pm m$, $n=20$)

Показатели	Группы животных			
	1 опытная		2 опытная	
	начало опыта	через 30 дней	начало опыта	через 30 дней
Сумма свободных аминокислот, мг%	16,4 $\pm$ 0,26	20,5 $\pm$ 0,47	17,8 $\pm$ 0,82	27,4 $\pm$ 0,69**
Общий белок, г/л	70,2 $\pm$ 3,16	71,1 $\pm$ 5,17	72,7 $\pm$ 2,53	76,4 $\pm$ 3,20
Остаточный азот, ммоль/л	32,6 $\pm$ 1,71	28,3 $\pm$ 1,91	29,1 $\pm$ 0,58	21,1 $\pm$ 1,55*
Мочевина, ммоль/л	6,5 $\pm$ 0,92	5,9 $\pm$ 0,45	6,3 $\pm$ 0,87	6,8 $\pm$ 0,63
Аммиачный азот, мг/л	5,7 $\pm$ 0,09	5,8 $\pm$ 0,28	5,5 $\pm$ 0,08	5,5 $\pm$ 0,32
Щелочная фосфатаза (Ед)	163,1 $\pm$ 6,06	178,5 $\pm$ 8,93	159,4 $\pm$ 7,30	204,0 $\pm$ 5,89
Билирубин, мкмоль/л	0,23 $\pm$ 0,04	0,24 $\pm$ 0,08	0,22 $\pm$ 0,03	0,24 $\pm$ 0,05
Кальций общий, ммоль/л	2,2 $\pm$ 0,33	2,4 $\pm$ 0,27	2,3 $\pm$ 0,35	2,3 $\pm$ 0,17
Фосфор неорганический, ммоль/л	2,3 $\pm$ 0,80	2,2 $\pm$ 0,63	2,0 $\pm$ 0,25	2,4 $\pm$ 0,46
Магний неорганический, ммоль/л	2,1 $\pm$ 0,14	2,1 $\pm$ 0,15	2,2 $\pm$ 0,13	2,4 $\pm$ 0,26
Калий, ммоль/л	4,6 $\pm$ 0,44	5,0 $\pm$ 0,27	4,8 $\pm$ 0,55	5,9 $\pm$ 0,15*
Натрий, ммоль/л	130,0 $\pm$ 3,8	132,0 $\pm$ 10,1	138,0 $\pm$ 3,5	142,1 $\pm$ 13,5
Хлор, ммоль/л	95,2 $\pm$ 4,1	95,0 $\pm$ 2,8	96,0 $\pm$ 4,2	94,0 $\pm$ 5,4*
Сера, мкг/л	0,16 $\pm$ 0,01	0,34 $\pm$ 0,03	0,14 $\pm$ 0,09	0,21 $\pm$ 0,02**

*Примечание. Степень достоверности по отношению к фоновым значениям: * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$.*

Концентрация общего белка повысилась только во второй опытной группе коров – на 5,1% (на уровне тенденции), что, в некоторой степени, отразилось на количественных показателях мочевины, которая к концу экспериментального периода увеличилась на 7,9%.

Уровень щелочной фосфатазы был высоким у всех животных, участвующих в эксперименте, еще на стадии постановки опыта. Однако в данный период гиперфосфатоземии не следует рассматривать как патологический процесс, протекающий в клетках печени, поскольку при беременности активность ЩФ повышается физиологически, достигая максимума к отелу. Щелочную фосфатазу вырабатывают ворсинки трофобластической мембраны, поэтому возрастание фермента у коров следует рассматривать как тест оценки состояния плаценты при беременности.

При анализе кальций-фосфорного обмена после 30 дней скормливания скопа недостоверные изменения зарегистрированы в первой группе по общему кальцию, уровень которого увеличился на 9,1%, и во второй группе – по неорганическому фосфору, динамика увеличения которого составила 20,0% относительно начальных показателей.

В сыворотке крови коров второй опытной группы выявлено увеличение на 22,9% ($p \leq 0,05$) концентрации калия. Поскольку калий является основным внутриклеточным катионом, который вместе с натрием выполняет функцию поддержания внутриклеточного осмотического давления, а также способствует активизации ферментных систем организма, контролирующих синтез ДНК, гликогена и белков, его умеренное возрастание (до верхних границ видовой нормы) на фоне референсных значений натрия следует рассматривать как положительный признак нормализации кислотно-щелочного баланса коров второй группы.

Из представленных в таблице 4 результатов наибольший интерес представляет динамика серы, которая существенным образом менялась в сторону увеличения в группе, не получавшей карбонат кальция. При начальных показателях в крови животных, составляющих 0,14–0,16 мкг/л, ее концентрация через 30 дней применения скопа находилась на уровне 0,34 $\pm$ 0,03 (первая группа) и 0,21 $\pm$ 0,02 (вторая группа) мкг/л. Таким образом, возрастание данного метаболита повысилось в 2,13 и 1,5 раза с приоритетом по первой опытной группе (с межгрупповой разницей в 61,9%), из чего следует, что включение в состав рациона коров доломита способствовало связыванию триоксида серы еще на стадии внесения подкормки из скопа в корма.

Заключение. Таким образом, на основании оценки биохимического гомеостаза крови коров обеих групп можно сделать вывод, что использование добавки из отходов целлюлозно-бумажного производства не только не оказывает негативного влияния на организм стельных коров, но по некоторым показателям белкового обмена даже проявляет обменнотимулирующее действие, характер-

ризуемое количественным увеличением суммы свободных аминокислот. Кроме того, включение в рацион доломита в некоторой степени улучшает питательную ценность рациона.

Conclusion. Thus, based on an assessment of the biochemical homeostasis of the blood of cows of both groups, it can be concluded that the use of an additive from the waste of pulp and paper production does not have a negative effect on the body of pregnant cows, but according to some indicators of protein metabolism even exhibits an exchange stimulating effect, characterized by a quantitative increase in the amount of amino acids. In addition, the inclusion of dolomite in the diet improves the nutritional value of the diet to some extent.

Список литературы. 1. Баталин, Б. Строительные материалы на основе скопа – отхода целлюлозно-бумажной промышленности / Б. Баталин, И. Козлов // *Строительные материалы*. – 2004. – № 1. – С. 42–43; 2. Буряков, Н. П. Кормление высокопродуктивного молочного скота / Н.П. Буряков. – М. : Проспект, 2009. – 416 с.; 3. Влияние загрязнения окружающей среды на здоровье населения (Обзор литературы) / Р. А. Голиков [и др.] // *Научное обозрение. Медицинские науки*. – 2017. – № 5. – С. 20–31; 4. Гринь, С. А. Биотехнологические процессы при переработке отходов: учебное пособие / С. А. Гринь [и др.]. – Харьков, 2016. – 156 с.; 5. Дулькин, Д. А. Утилизация осадков и макулатуры, не используемой в бумажном производстве / Д. А. Дулькин // *Целлюлоза. Бумага. Картон*. – 2006. – № 9. – С. 50–55; 6. Мухаметжанова, З. Т. Современное состояние, проблемы окружающей среды / З. Т. Мухаметжанова // *Гигиена труда и медицинская экология*. – 2017. – №2 (55). – С. 18; 7. Шибек, Л. А. Использование скопа в процессах очистки сточных вод от красителей / Л. А. Шибек, В. О. Синькевич // *Технологія 2019 : матеріали XXII Міжнарод. наук.-техн. конф.*, 26-27 квіт. 2019 р., м. Сєвєродонєцьк : в 2 ч. – Сєвєродонєцьк : Східноукр. нац. ун-т ім. В. Даля, 2019. – Ч. 1 – С. 120–122; 8. Шибек, Л. А. Поиск направлений использования скопа для снижения его воздействия на земельные ресурсы / Л. А. Шибек, В. О. Синькевич // *Отходы. Причины их образования и перспективы использования : сборник научных трудов по материалам Международной научной экологической конференции*. – Краснодар, 2019. – С. 39–41; 9. Ширинкина, Е. С. Переработка скопа, образующегося в технологическом процессе картонно-бумажного производства / Е. С. Ширинкина, У. М. Айтжанова // *European science*. – 2016. – №2 (12). – С. 16.

References. 1. Batalin, B. Building materials based on the osprey - a waste of the pulp and paper industry / B. Batalin, I. Kozlov // *Building materials*. – 2004. – № 1. – P. 42–43; 2. Buryakov, N.P. Feeding of highly productive dairy cattle / N.P. Buryakov. – M.: Prospect, 2009. – 416 p.; 3. Vliianie zagriazneniia okruzhaiushchei sredy na zdorove naseleniia (Obzor literatury) / R. A. Golikov [i dr.] // *Nauchnoe obozrenie. Meditsinskie nauki*. – 2017. – № 5. – S. 20–31; 4. Grin, S. A. Biotechnological processes pri pererabotke otkhodov: uchebnoe posobie / S. A. Grin [i dr.]. – Kharkov, 2016. – 156 s.; 5. Dulkin, D. A. Utilization of sediments and waste paper not used in paper production / D. A. Dulkin // *Cellulose. Paper. Cardboard*. – 2006. – № 9. – S. 50–55; 6. Mukhametzhanova, Z. T. Current state, environmental problems / Z. T. Mukhametzhanova // *Occupational health and medical ecology*. – 2017. – №2 (55). – P. 18; 7. Shibeka, L. A. The use of the osprey in the processes of wastewater treatment from dyes / L. A. Shibeka, V. O. Sinkevich // *Technology 2019: materials of the XXII International Science and Technology Conference, April 26-27, 2019, m. Sevrodonetsk: in 2 parts – Severodonetsk: Eastern Ukrainian national University named after V. Dahl, 2019. – Vol. 1 – P. 120–122*; 8. Shibeka, L. A. Search for ways to use the osprey to reduce its impact on land resources / L. A. Shibeka, V. O. Sinkevich // *Waste. The reasons for their formation and prospects for use: a collection of scientific papers based on the materials of the International Scientific Ecological Conference*. – Krasnodar, 2019. – P. 39–41; 9. Shirinkina, E. S. Processing of the osprey formed in the technological process of cardboard and paper production / E. S. Shirinkina, U. M. Aitzhanova // *European science*. – 2016. – №2 (12). – P. 16.

Поступила в редакцию 03.05.2023.

DOI 10.52368/2078-0109-2023-59-2-103-107
УДК 636.2.087.7:612.1

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ СУХОСТОЙНЫХ КОРОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ В СОСТАВЕ РАЦИОНОВ КОРМОВЫХ ДОБАВОК «МЕГАШАНС-I» И «МЕГАШАНС-II»

Карпеня М.М. ORCID ID 0000-0002-4762-676X, Гуйван В.В.

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

В результате исследований установлено положительное влияние кормовых добавок «Мегашанс-I» и «Мегашанс-II» в количестве 3% от сухого вещества рациона на морфологические и биохимические показатели крови сухостойных коров, на что указывает достоверное увеличение гемоглобина на 15,3%, общего белка – на 4,3%, глюкозы – на 2,3% и снижение количества лейкоцитов, тромбоцитов, АлАт и АсАт. **Ключевые слова:** сухостойные коровы, кормовые добавки, кровь, морфологические показатели крови, биохимические показатели крови.

MORPHOLOGICAL AND BIOCHEMICAL PARAMETERS OF BLOOD IN DRY COWS WITH MEGASHANS-I AND MEGASHANS-II FEED ADDITIVES USED IN THEIR DIETS

Karpenia M.M., Guyvan V.V.

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

*As a result of the studies, the positive effect of the feed additives Megashans-I and Megashans-II in the amount of 3% in the dry matter of the diet, on the morphological and biochemical blood parameters of dry cows was established, which is indicated by a significant increase in hemoglobin by 15.3%, total protein – by 4.3%, glucose – by 2.3%, and a decrease in the number of leukocytes, platelets, ALAT and ASAT. **Keywords:** dry cows, feed additives, blood, blood morphological parameters, blood biochemical parameters.*

Введение. Молочное скотоводство в Республике Беларусь – стратегическая отрасль сельского хозяйства, дающая возможность получения стабильной прибыли от реализации его производственного потенциала. Сухостойный период очень важен для оздоровления коровы, сохранения функций воспроизводства, а также хорошего здоровья новорожденных телят. Погрешности в кормлении коров, нарушения обмена веществ неизбежно сказываются на характере развития плода, а впоследствии и на здоровье новорожденных телят и последующей продуктивности. Неполноценное кормление приводит к различным заболеваниям, как у коровы, так и у теленка. Кормление коров в период раннего сухостоя (1-я фаза) должно быть направленно на поддержание ее жизнедеятельности и обеспечение правильного развития плода. Полноценное кормление коров во 2-ю фазу сухостойного периода способствует увеличению молочной продуктивности коров за лактацию до 900 кг [4, 8].

Обмен веществ у стельных коров в последние 2 месяца беременности возрастает на 20-40%. С повышением общего обмена более интенсивным становится белковый, минеральный и витаминный обмен. Стельность требует увеличения норм протеинового питания, так как сухое вещество плода на 70% состоит из белка [3, 5].

Большое значение для нормального развития плода и правильного обмена веществ у матери имеет также достаточное поступление в ее организм минеральных веществ и витаминов. При недостатке минеральных элементов в рационе сухостойных коров, они извлекаются из костной ткани, что приводит к остеомалации, остеопорозу, абортam. Чаще недостает фосфора, что влечет снижение усвоения протеина, каротина, нарушение функции воспроизводства [1, 6].

Основным источником важнейших минеральных веществ для животных являются растительные корма. Однако минеральный состав кормов существенно отличается не только по биохимическим зонам страны, но и по районам республики. В связи с чем, средний дефицит макро- и микроэлементов в сбалансированных по энергии рационах составляет 30–50%, что вызывает необходимость применения минеральных подкормок. Наиболее эффективным способом использования добавок белков, минеральных веществ и витаминов является включение их в состав премиксов и кормовых добавок [2, 7].

Цель исследований – определить влияние кормовых добавок «Мегашанс-I» и «Мегашанс-II» на морфологические и биохимические показатели крови сухостойных коров.

Материалы и методы исследований. Для решения поставленной цели в УП «Рудаково» Витебского района провели научно-хозяйственный опыт на коровах белорусской черно-пестрой породы в первую и вторую фазу сухостойного периода в соответствии со схемой, приведенной в таблице 1. Для этого сформировали 3 группы стельных сухостойных коров 2-4 лактации по 12 голов в каждой.

Таблица 1 – Схема опытов

Группа	Количество коров	Условия кормления коров	Продолжительность опыта, дней
Коровы 1-й фазы сухостойного периода			
1-я контрольная	12	Основной рацион (ОР): сено клеверотимофеечное – 6 кг, сенаж разнотравный – 20 кг, силос кукурузный – 15 кг	40
2-я опытная	12	ОР + 1% кормовой добавки «Мегашанс-I» к сухому веществу рациона	
3-я опытная	12	ОР + 3% кормовой добавки «Мегашанс-I» к сухому веществу рациона	

Продолжение таблицы 1

Группа	Количество коров	Условия кормления коров	Продолжительность опыта, дней
Коровы 2-й фазы сухостойного периода			
1-я контрольная	12	ОР: сено клеверотимофеечное – 2 кг, сенаж разнотравный – 12 кг, силос кукурузный – 15 кг, комбикорм КД-К-61С – 4 кг)	20
2-я опытная	12	ОР + 1% кормовой добавки «Мегашанс-II» к сухому веществу рациона	
3-я опытная	12	ОР + 3% кормовой добавки «Мегашанс-II» к сухому веществу рациона	

В первую фазу сухостойного периода коровам 1-й контрольной группы скармливали основной рацион, принятый в хозяйстве, а коровам 2-й и 3-й опытных групп в основной рацион вводили кормовую добавку «Мегашанс-I» в количестве соответственно 1 и 3% от сухого вещества рациона. Во вторую фазу сухостойного периода этим же коровам 1-й контрольной группы скармливали также основной рацион, а коровам 2-й и 3-й опытных групп в основной рацион вводили кормовую добавку «Мегашанс-II» в объеме 1 и 3% от сухого вещества рациона.

В состав кормовой добавки «Мегашанс-I» входят: кормовые дрожжи – 30%, фолиевая кислота – 0,005, карбамид кормовой – 7,0, шрот соевый кормовой – 21 и наполнитель известняковая мука – 42% (41,995%). Состав кормовой добавки «Мегашанс-II» представлен: дрожжами кормовыми – 10%, шротом соевым – 18, карбамидом кормовым – 7,0, пропиленгликоль – 20,0 и наполнитель отруби пшеничные – 45%.

В начале опыта, а также на 39-й (после скармливания кормовой добавки «Мегашанс-I») и 60-й день (после скармливания кормовой добавки «Мегашанс-II») у коров всех подопытных групп отбирали кровь для определения морфологических и биохимических показателей. Кровь брали с соблюдением правил асептики и антисептики из яремной вены в две стерильные пробирки через 2,5-3,0 ч после утреннего кормления у 6 коров из каждой группы в начале и в конце каждого опыта. В одной из пробирок кровь стабилизировали трилоном Б (2,0-2,5 ед./мл), вторую использовали для получения сыворотки. Морфологические показатели крови сухостойных коров определяли на анализаторе клеток MEK-6450K, биохимические исследования проводили с помощью анализатора клеток MIDRAY BS-200.

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. Использование в составе рационов сухостойных коров кормовых добавок «Мегашанс-I» и «Мегашанс-II» положительно отразилось на морфологических показателях крови (таблица 2).

Таблица 2 – Морфологические показатели крови подопытных коров, (n=6, M±m)

Группа	Гемоглобин, г/л	Эритроциты, $10^{12}/л$	Лейкоциты, $10^9/л$	Тромбоциты, $10^9/л$	Гематокрит, %
в начале опыта					
1-я контрольная	91,2±2,61	5,55±0,20	7,88±0,06	286,2±17,75	25,18±0,64
2-я опытная	92,2±3,73	6,05±0,31	8,84±0,37	233,2±15,95	25,48±1,14
3-я опытная	84,0±2,32	5,77±0,21	8,02±0,63	266,8±15,02	23,28±0,67
39-й день опыта (после скармливания кормовой добавки «Мегашанс – I»)					
1-я контрольная	77,4±4,94	4,77±0,15	6,92±0,58	318,6±15,33	20,86±1,30
2-я опытная	79,2±3,86	5,02±0,16	6,50±0,81	260,2±19,48	22,22±1,20
3-я опытная	83,4±3,40	5,16±0,09	6,26±0,50	248,0±17,97	23,66±0,94
60-й день опыта (после скармливания кормовой добавки «Мегашанс – II»)					
1-я контрольная	80,2±3,64	4,86±0,60	11,7±1,83	299,8±26,58	22,5±2,22
2-я опытная	91,1±3,55*	6,07±0,49	9,28±1,19	263,6±20,17	26,2±1,56
3-я опытная	92,5±2,49**	5,94±0,25	8,24±0,71	287,2±19,45	27,3±1,21

В начале эксперимента существенных различий по показателям крови у подопытных коров не выявлено. После использования кормовой добавки «Мегашанс-I» морфологические показатели коров подопытных групп достоверных отличий не имели. У коров 2-й и 3-й опытных групп значения гемоглобина превышали показатели 1-й контрольной группы соответственно на 2,3 и 7,6% и эритроцитов – на 5,2 и 8,2%. У животных всех групп наблюдалось снижение лейкоцитов в крови, при этом у коров 2-й и 3-й опытных групп этот показатель был меньше на 6,1 и 9,5% по сравнению с аналогами 1-й контрольной группы. Количество тромбоцитов в крови коров 2-й опытной группы было меньше на 18,3%, 3-й опытной группы – на 22,2%, чем у животных 1-й контрольной группы.

После скармливания кормовой добавки «Мегашанс-II» уровень гемоглобина в крови животных был выше во 2-й опытной группе на 13,6% ($P<0,05$) и в 3-й опытной группе – на 15,3% ($P<0,01$) по сравнению с контролем. К концу сухостойного периода у животных 2-й и 3-й опытных групп содержание эритроцитов стало больше соответственно на 24,9 и 22,2% по сравнению с животными 1-й контрольной группы. Количество лейкоцитов в крови коров 2-й и 3-й опытных групп снизилось соответственно на 20,7 и 29,6%, тромбоцитов – на 12,1 и 4,2% в сравнении с животными 1-й контрольной группы.

Использование кормовых добавок «Мегашанс-I» и «Мегашанс-II» в рационах коров 2-й и 3-й опытных групп оказало положительное влияние на биохимические показатели крови (таблица 3). В начале опыта биохимические показатели крови подопытных коров практически не отличались.

Таблица 3 – Биохимические показатели крови подопытных коров, (n=6, M±m)

Группа	Общий белок, г/л	Альбумины, г/л	Глюкоза, ммоль/л	Мочевина, ммоль/л	Холестерол, ммоль/л	АлАт, ед./л	АсАт, ед./л
в начале опыта							
1-я контрольная	80,3±1,29	36,2±1,61	3,18±0,08	1,90±0,21	3,84±0,14	35,6±2,82	59,7±2,90
2-я опытная	78,9±2,85	37,8±0,63	3,25±0,04	2,00±0,18	3,80±0,31	31,3±2,10	60,4±4,65
3-я опытная	80,1±1,76	37,4±1,56	3,18±0,04	2,00±0,14	3,82±0,22	32,4±3,47	60,1±4,60
39-й день опыта (после скармливания кормовой добавки «Мегашанс-I»)							
1-я контрольная	80,2±0,96	37,3±1,17	2,98±0,18	1,90±0,12	3,76±0,13	30,9±1,29	66,3±4,27
2-я опытная	81,9±0,67	37,9±1,20	3,29±0,17	1,87±0,15	3,71±0,10	28,2±1,44	64,9±3,81
3-я опытная	84,7±1,25**	39,1±1,09	3,31±0,14	1,76±0,10	3,65±0,28	27,9±1,57	64,4±4,80
60-й день опыта (после скармливания кормовой добавки «Мегашанс-II»)							
1-я контрольная	80,6±0,67	37,49±1,26	3,10±0,16	3,16±0,27	3,69±0,31	28,8±2,27	68,9±4,75
2-я опытная	82,9±0,74	38,24±0,59	3,37±0,10	3,04±0,37	3,43±0,49	25,08±1,14	62,9±4,87
3-я опытная	84,1±0,93**	39,63±0,69	3,49±0,09*	3,02±0,57	3,45±0,36	25,66±1,50	57,66±5,21

Включение в рацион кормовой добавки «Мегашанс-I» позволило повысить количество общего белка в крови коров всех опытных групп. Во 2-й группе этот показатель стал больше на 2,1%, в 3-й группе – на 5,6% ($P<0,01$) по сравнению с 1-й контрольной группой. На наш взгляд, это обусловлено содержанием белковых компонентов в изучаемых добавках. Уровень альбуминов, глюкозы, АлАт и АсАт у животных всех подопытных групп не выходит за пределы физиологической нормы и не имеет достоверных различий между группами животных. Содержание мочевины в сыворотке крови коров всех опытных групп ниже физиологической нормы.

В конце опыта, после скармливания кормовой добавки «Мегашанс-II» концентрация общего белка в крови коров опытных групп увеличилась. Во 2-й группе этот показатель повысился на 2,8%, в 3-й группе – на 4,3% ($P<0,01$) по сравнению с 1-й контрольной группой. Альбумины играют важную роль в поддержании коллоидного осмотического давления и принимают участие в поддержании кислотно-щелочного баланса организма. В конце опыта уровень альбуминов у коров 2-й и 3-й опытных групп превышал данный показатель у аналогов 1-й контрольной группы соответственно на 2,0 и 5,7%.

По содержанию глюкозы в сыворотке крови определяли уровень углеводного обмена. Так, у коров 2-й и 3-й опытных групп уровень глюкозы в конце опыта был соответственно на 8,7 и 12,6% ($P<0,05$) выше по сравнению с животными 1-й контрольной группы.

Уровень мочевины в сыворотке крови коров всех опытных групп после скармливания кормовых добавок «Мегашанс-I» и «Мегашанс-II» был в пределах физиологической нормы, при этом у коров 1-й контрольной группы этот показатель выше на 3,8 и 4,4%, чем у коров 2-й и 3-й опытных групп. Отмечены положительные изменения в сторону уменьшения холестерина у коров 2-й и 3-й опытных групп на 7,0 и 6,5%, в сравнении с животными 1-й контрольной группы.

О состоянии печени судят по показателям АлАт и АсАт. Установлено, что показатель АлАт у коров опытных групп был существенно ниже, чем у коров контрольной группы. Так, в крови у коров 2-й опытной группы уровень АлАт был ниже на 12,9%, у коров 3-й опытной группы – на 10,9% по отношению к сверстницам 1-й контрольной группы. Также отмечено снижение АсАт у коров 2-й и 3-й опытных групп по сравнению с коровами 1-й контрольной группы соответственно на 8,7 и 16,3%.

Заключение. 1. Установлено положительное влияние кормовых добавок «Мегашанс-I» и «Мегашанс-II» в количестве до 3% от сухого вещества рациона на морфологические показатели крови сухостойных коров, что выразилось в увеличении гемоглобина на 15,3% ($P<0,01$), эритроцитов – на 22,2% и снижении количества лейкоцитов на 29,6% и тромбоцитов – на 4,2% в сравнении с животными 1-й контрольной группы.

2. Применение в составе рационов коров в сухостойный период изучаемых кормовых добавок способствовало улучшению биохимических показателей крови, о чем свидетельствует увеличение количества общего белка в сыворотке крови на 4,3% ($P<0,01$), глюкозы – на 2,3% ($P<0,05$), снижение уровня холестерина на 6,5%, АлАт – на 10,9% и АсАт – на 16,3%.

Conclusion. 1. The positive effect of Megashans-I and Megashans-II feed additives in the amount of up to 3% in the dry matter of the diet, on the morphological blood parameters of dry cows was established, which resulted in an increase in hemoglobin by 15.3% ($P < 0.01$), erythrocytes – by 22.2% and a decrease in the number of leukocytes by 29.6%, and platelets – by 4.2% compared to animals of the control group 1.

2. The use of the feed additives under investigation in the diets of cows within the dry period, contributed to the improvement in blood biochemical parameters, as evidenced by an increase in the amount of total serum protein by 4.3% ($P<0.01$), glucose – by 2.3% ($P<0.05$), a decrease in cholesterol by 6.5%, ALAT – by 10.9% and ASAT – by 16.3%.

Список литературы. 1. *Агрохимия в вопросах и ответах* / А. А. Каликинский [и др.]. – Минск : Ураджай, 1991. – 238 с. 2. *Ветеринарные и технологические аспекты повышения продуктивности и сохранности коров : монография* / Н. И. Гавериченко [и др.]. – Витебск : ВГАВМ, 2020. – 332 с. 3. *Интенсификация производства молока: опыт и проблемы* / В. И. Смунов [и др.]. – Витебск : ВГАВМ, 2012. – 486 с. 4. *Физиолого-биохимические и технологические аспекты кормления коров : монография* / В. К. Пестис [и др.]. – Гродно : ГГАУ, 2020. – 426 с. 5. *Получение высококачественной продукции в молочном скотоводстве : монография* / Н. И. Гавериченко [и др.]. – Витебск : ВГАВМ, 2022. – 348 с. 6. *Показатели переваримости и использования питательных веществ при включении в рацион коров минерально-витаминной кормовой добавки* / М. Т. Сабитов, А. Р. Фархутдинова // *Молочное и мясное скотоводство*, 2021. – № 8. – С. 30–33. 7. *Разработка, производство и эффективность применения премиксов в кормлении молочного скота: монография* / И. И. Горячев [и др.]. – Витебск : ВГАВМ, 2014. – 169 с. 8. *Теоретическое и практическое обеспечение высокой продуктивности коров. Часть 1. Технологическое обеспечение высокой продуктивности коров : практическое пособие* / А. И. Ятусевич [и др.]. – Витебск : ВГАВМ, 2015. – 360 с.

References. 1. *Agrokhimiya v voprosax i otvetax* / A. A. Kalikinskij [i dr.]. – Minsk : Uradzhaj, 1991. – 238 s. 2. *Veterinarny'e i tehnologicheskie aspekty` povыsheniya produktivnosti i soxrannosti korov : monografiya* / N. I. Gavrichenko [i dr.]. – Vitebsk : VGAVM, 2020. – 332 s. 3. *Intensifikaciya proizvodstva moloka: opy`t i problemy`* / V. I. Smunov [i dr.]. – Vitebsk : VGAVM, 2012. – 486 s. 4. *Fiziologo-bioximicheskie i tehnologicheskie aspekty` kormleniya korov : monografiya* / V. K. Pestis [i dr.]. – Grodno : GGAU, 2020. – 426 s. 5. *Poluchenie vy`sokokachestvennoj produkciy v molochnom skotovodstve : monografiya* / N. I. Gavrichenko [i dr.]. – Vitebsk : VGAVM, 2022. – 348 s. 6. *Pokazатели perevarimosti i ispol'zovaniya pitatel'ny`x veshhestv pri vkl'yucheni v racion korov mineral'no-vitaminnoj kormovoj dobavki* / M. T. Sabitov, A. R. Farxutdinova // *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo*, 2021. – № 8. – S. 30–33. 7. *Razrabotka, proizvodstvo i e`ffektivnost` pri`meneniya premiksov v kormlenii molochnogo skota: monografiya* / I. I. Goryachev [i dr.]. – Vitebsk : VGAVM, 2014. 169 s. 8. *Teoreticheskoe i prakticheskoe obespechenie vy`sokoj produktivnosti korov. Chast` 1. Texnologicheskoe obespechenie vy`sokoj produktivnosti korov : prakticheskoe posobie* / A. I. Yatusевич [i dr.]. – Vitebsk : VGAVM, 2015. – 360 s.

Поступила в редакцию 17.04.2023.

ПРОДУКТИВНОСТЬ ДОЙНЫХ КОРОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ СОДЕРЖАНИЯ**Рубина М.В., Щебеток И.В.**УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»,
г. Витебск, Республика Беларусь

*В статье приведено влияние параметров микроклимата на продуктивность дойных коров. Содержание коров беспривязно-боксовым способом с лучшим микроклиматом оказалось более эффективным, чем содержание привязным способом. Температура и относительная влажность в этом помещении в холодный период года были в норме или более близкими к норме. В комфортных условиях удой на корову был выше на 6,4% и составил 23,8 кг против 21,8 кг. **Ключевые слова:** крупный рогатый скот, микроклимат, молочная продуктивность, биохимические показатели крови, условия содержания.*

PRODUCTIVITY OF DAIRY COWS DEPENDING ON THE CONDITIONS OF MAINTNANCE**Rubina M.V., Schebetok I.V.**

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

*The article presents the influence of microclimate parameters on the productivity of dairy cows. Keeping cows in a loose-box way with a better microclimate turned out to be more effective than keeping them in a tethered way. The temperature and relative humidity in this premise during the cold season were normal or closer to normal. In comfortable conditions, milk yield per cow was 6.4% higher and amounted to 23.8 kg against 21.8 kg. **Keywords:** cattle, microclimate, milk productivity, biochemical parameters of blood, conditions of maintenance.*

Введение. При производстве молока используют два способа содержания коров – привязный и беспривязный. Эти два способа нашли широкое использование в животноводстве. Они различаются между собой технологическим обеспечением, формами организации труда, сочетанием факторов внешней среды, воздействующих на организм, размещением скота, экономическими результатами.

Привязное содержание животных с доением в стойлах можно применять на фермах практически любых размеров. При традиционной технологии коров содержат на привязи в стойлах, где для каждого животного предусмотрено определенное место с кормушкой и поилкой. Обслуживание коров одной дояркой, индивидуальный подход к каждой из них, наличие постоянного места кормления, поения, отдыха, доения способствует максимальному использованию потенциальных возможностей коров [27]. Также при привязном способе содержания значительно проще организовать зоотехнический учет и раздой коров, особенно первотелок.

Наряду с положительными сторонами этого способа содержания имеются и недостатки: большие затраты труда обслуживающего персонала на многократное привязывание и отвязывание коров для выгона их на прогулки зимой и на пастбище в летний период, на ручную очистку стойл от навоза, индивидуальное дозирование концентратов, подготовку вымени, перемещение доильных аппаратов, которые выполняются вручную. На большинстве ферм хозяйств республики затраты труда на получение продукции очень высокие – 9-14 чел.-ч. на 1 ц молока. На фермах с привязным содержанием коров в стойловый период нередко отсутствует моцион.

Анализ экономической эффективности существующих и предлагаемых способов содержания молочного скота показал, что практически все резервы улучшения технологических процессов привязного содержания исчерпаны. При использовании на фермах беспривязного содержания можно значительно повысить производительность труда, что, в свою очередь, позволит снизить себестоимость продукции и одновременно улучшить качество получаемого молока и молочных продуктов. Применение этого способа дает возможность уменьшить трудовые затраты в 2-3 раза по сравнению с привязным способом содержания.

В основном преимущества беспривязного способа достигаются за счет крупногруппового содержания животных, унифицированного оборудования, использования высокопродуктивных доильных установок, эффективных средств навозоудаления. Но при переводе молочного скота с привязного на беспривязное содержание без должной технологической подготовки возрастают яловость коров, травматические повреждения копыт и конечностей, снижается молочная продуктивность и увеличивается преждевременная выбраковка коров.

В условиях беспривязного способа содержания коров необходимо строго соблюдать технологическую дисциплину. Агрессивные, сильные и хорошо упитанные животные, которые чаще всего не обладают высокой продуктивностью, съедают больше кормов и лучшего качества по сравнению с высокопродуктивными. Последние недополучают корма, теряют упитанность и снижают продуктивность. Наличие достаточного количества кормов является основным условием успешного исполь-

зования этой технологии. Кроме этого, для молочных комплексов промышленного типа важно иметь корма не только отвечающие потребности животных в питательных веществах, но и отвечающие требованиям промышленной технологии. Традиционная система кормления коров, основанная на многокомпонентных рационах, состоящих из большого набора кормов с разными физическими свойствами, в новых условиях не может использоваться, т.к. корма должны быть однородными по своим физико-химическим свойствам. Это требование необходимо поддерживать при внедрении комплексной механизации и автоматизации кормления. Идентичность типа и состава рационов по сезонам года позволяет повысить эффективность использования техники, зданий и сооружений, создавать более стабильную кормовую базу, что необходимо для ритмичного производства продукции. Кормление коров должно соответствовать их физиологическому состоянию (фазам лактации и стельности).

В производственной практике применяется несколько вариантов беспривязного содержания: на глубокой подстилке, на периодически сменяемой подстилке, беспривязно-боксовое, беспривязное в комбибоксах. Выбор способа содержания зависит от многих факторов. В Беларуси продолжится техническое переоснащение и реконструкция животноводческих производств, что приведет к внедрению в эту сферу новых современных технологий [17].

Кроме способа содержания на продуктивность коров воздействует микроклимат (внутренний климат) помещения – это климат ограниченного пространства, характеризующийся рядом показателей, важнейшими из которых являются: температура, влажность, скорость движения и охлаждающая способность воздуха, освещенность, атмосферное давление, ионизация, уровень шума, взвешенные в воздухе частицы и микроорганизмы, газовый состав воздуха.

С переводом животноводства на промышленную основу резко изменились условия обитания животных, возросла их изоляция от естественной внешней среды. Несоответствие основных факторов микроклимата оптимальным зоогигиеническим параметрам обусловило нарушение у животных обмена веществ и воспроизводительной функции, снижение удоев молока, прироста массы тела, расхода кормов [3].

Причины формирования неудовлетворительного микроклимата различны. При строительстве и эксплуатации животноводческих зданий не всегда учитывают зональные климатические условия, в связи с чем занижается теплозащита ограждающих конструкций. Несовершенны системы вентиляции, отопления, навозоудаления. Не везде своевременно и квалифицированно проводят их техническое обслуживание и ремонт. В связи с этим в животноводческих зданиях складывается микроклимат, который не только отрицательно влияет на организм животных, но и снижает сроки службы самого помещения и установленного в нем технологического оборудования, ухудшает условия труда обслуживающего персонала.

На основании проведенного обзора литературных данных видно, что на крупный рогатый скот влияют условия и способ содержания, микроклимат помещений, что во многом определяет состояние защитных сил организма животных.

Цель: сравнительная характеристика условий содержания дойных коров в СПК «50 лет Октября» Речицкого района Гомельской области.

Материалы и методы исследований. Научные исследования проводились в стойловый период на двух молочно-товарных фермах при привязном и беспривязно-боксовом содержании скота в СПК «50 лет Октября» Речицкого района Гомельской области. Схема опыта представлена в таблице 1.

Таблица 1 - Схема исследований

Показатели	Содержание животных		Условие опыта
	МТФ «Леваши» 1 опытная группа	МТФ «Орел» 2 опытная группа	
Количество животных в группе, гол.	135	250	Определялись: температура и относительная влажность, продуктивность животных, некоторые показатели крови

1 опытная группа коров содержалась в первом помещении привязным способом на молочно-товарной ферме «Леваши», 2 опытная – во втором помещении беспривязно-боксовым способом на молочно-товарной ферме «Орел».

Наблюдение за параметрами микроклимата проводили по месяцам: в октябре, ноябре и декабре, январе, феврале и марте. Результаты и сравнения записывали по каждому помещению от-

дельно. Температуру и влажность в помещении измеряли по показаниям сухого и влажного термометра с помощью психрометра Августа. Молочную продуктивность определяли при помощи контрольных доек.

Результаты исследований. На молочно-товарной ферме «Леваши» применялось 2-рядное содержание коров. Перекрытие совмещенное с деревянным настилом. Кормление животных было организовано с использованием кормового стола. Фронт кормления соответствовал ширине стойла. Поение животных осуществлялось из индивидуальных поилок – одна поилка на двоих животных. Удаление навоза производилось механическим способом с помощью скребкового транспортера типа ТСН-160 в установленный с продольной стороны коровника прицеп. Металлические части транспортера часто ломались, поэтому не всегда имелась возможность дважды убирать помещение, что привело к ухудшению параметров микроклимата.

Вытяжка воздуха осуществлялась через вытяжные шахты, выходящие на две стороны от конька здания. Регулировка вытяжки - с помощью заслонок. Приток воздуха не организован, что создавало трудности в поддержании нормативного микроклимата. Во всем коровнике ворота и двери выполнены из металла, что существенно увеличивало теплопотери помещения в холодный период года.

Естественная освещенность осуществлялась через окна. Их в помещении - 38. Расчет светового коэффициента показал, что данный показатель составил 1:19,2, что не соответствует норме и в помещении недостаточно естественного освещения. Все недостатки создавали неблагоприятные условия содержания животных, что в дальнейшем оказало отрицательное влияние на продуктивность животных.

На второй молочно-товарной ферме «Орел» находилось 250 коров. В стойловый период молочный скот содержался в помещении беспривязно-боксовым способом. Раздача кормов осуществлялась кормораздатчиком «Хозяин» 2 раза в сутки на кормовой стол. Комбикорма раздавались гужевым транспортом. Уборка навоза из секций производилась с помощью трактора МТЗ-80 1 раз в день. Для чистоты боксов в них всегда подсыпалась резаная солома, что создавало комфортные условия для животных.

Освещение в коровнике осуществлялось по перекрытию через 8 световых проемов, выполненных из прозрачного поликарбоната, а с продольной стороны здания – через 48 окон. Расчеты показали, что световой коэффициент в помещении составлял 1:12, поэтому естественное освещение было в норме.

При строительстве фермы были предусмотрены 8 вытяжных шахт размером 1,2х1 м, что достаточно для помещения таких габаритов. Несмотря на это, дополнительно приток и вытяжка воздуха в коровнике осуществлялись через открытые ворота и окна. С одной стороны здания имелся тамбур, со второй стороны внутренняя часть ворот оббивалась досками, а наружная – листовым железом. В воротах была сделана дверь, поэтому в осенне-зимний период для сохранения тепла в помещении работники фермы использовали ее. В осенне-весенний период, когда на улице была высокая влажность, в помещении было достаточно сухо. В целом условия содержания на ферме были хорошие, что положительно сказалось на микроклимате.

Микроклимат в животноводческих помещениях, и особенно в коровниках, является одним из наиболее важных резервов повышения продуктивности и здоровья животных. Неблагоприятный микроклимат в животноводческих помещениях отрицательно сказывается не только на продуктивности крупного рогатого скота и качестве его продукции, но и на здоровье людей.

Основные показатели микроклимата в животноводческих помещениях в стойловый период представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Основные показатели микроклимата

Месяцы	МТФ «Леваши» 1 опытная группа		МТФ «Орел» 2 опытная группа	
	температура, °C	относительная влажность, %	температура, °C	относительная влажность, %
Октябрь	15,4	83	14,7	79
Ноябрь	10,1	90	11,6	83
Декабрь	9,5	75	10,3	64
Январь	6,7	75	6,5	76
Февраль	7,4	78	8,4	74
Март	11,6	80	10,7	75

Данные таблицы показали, что температура в помещении, где содержалась 1 опытная группа, в декабре, январе и феврале не соответствовала нормативному значению (расчетная температура

в коровниках с привязным содержанием крупного рогатого скота составляет 10°C). В эти месяцы температура была ниже нормы на 0,5; 3,3 и 2,6 $^{\circ}\text{C}$, или на 5,0; 33,0 и 26,0%.

Во втором помещении температура не соответствовала норме в январе и феврале (норма для беспривязно-бوكсового содержания коров, как и для привязного – 10°C). Понижение составило 3,5 и 1,6 $^{\circ}\text{C}$, или на 35 и 16%.

При понижении температуры воздуха на улице в феврале до минус 13 градусов в двух помещениях температура оставалась положительной.

Относительная влажность воздуха в помещении, где содержались животные первой опытной группы, была выше нормы (норма 40-75%) в октябре, ноябре, феврале и марте на 8, 15, 3 и 5 п.п., в помещении со второй опытной группой – в октябре, ноябре и январе, соответственно, на 4, 15 и 1 п.п. Наибольшие отклонения этого показателя были в осенне-весенний период.

В декабре и январе температура воздуха снизилась в обоих помещениях, что несколько снизило и относительную влажность, поэтому в эти месяцы относительная влажность воздуха была в пределах нормативного показателя. В помещении, где животные содержались беспривязно-буксовым способом, применялось достаточное количество подстилки, что способствовало установлению более лучшего микроклимата.

Таким образом, исследования микроклимата в двух помещениях показали, что условия содержания их несколько различались. Более комфортные условия были в группе коров, которые находились на беспривязно-буксовом содержании на МТФ «Орел».

В наших исследованиях одной из основных задач являлось определение продуктивных качеств дойных коров в зависимости от способа содержания. В зимне-стойловый период с октября по март мы определяли удой у животных в двух помещениях. Результаты исследований представлены в таблице 3.

Таблица 3 - Среднесуточный удой и удой на 1 корову в месяц в разных помещениях, кг

Месяцы	МТФ «Леваши» 1 опытная группа		МТФ «Орел» 2 опытная группа	
	среднесуточный удой	удой за месяц	среднесуточный удой	удой за месяц
Октябрь	20,9	647,9	22,1	685,1
Ноябрь	21,4	642,0	22,4	672,0
Декабрь	21,2	657,2	23,3	722,3
Январь	22,5	697,5	23,6	731,6
Февраль	22,6	655,4	24,3	704,7
Март	22,1	685,1	23,5	728,5
В среднем	21,8 $\pm$ 0,36	664,1 $\pm$ 49,24	23,2 $\pm$ 0,47 ^x	707,3 $\pm$ 118,02

Примечание. ^x – уровень достоверности $p < 0,05$.

Как видно из таблицы, во все исследуемые месяцы среднесуточные удои животных, находящихся на молочно-товарной ферме «Орел», превышали удои животных, содержащихся на МТФ «Леваши»: в октябре, декабре, феврале и марте превышение было более существенным – на 5,7; 9,9; 7,5 и 6,3%, в ноябре и январе среднесуточный удой во 2 опытной группе был выше на 4,6 и 4,9%.

На конец опыта среднесуточный удой коров второй опытной группы был выше, чем первой, на 6,4% ($p < 0,05$).

Все вышеприведенные результаты исследований показали, что для обеспечения хорошего здоровья и получения максимальной продуктивности от животных в помещениях должен быть обеспечен оптимальный микроклимат. Это достигается путем применения достаточного количества подстилочных материалов, правильного сочетания теплых ограждений (стен, полов, потолков, окон) со свежим воздухом нормальной температуры; за счет правильного использования технологического оборудования (эффективных средств навозоудаления, поения) и т.д.

Кровь является важнейшим элементом, который обеспечивает развитие и жизнедеятельность организма. Сохраняя постоянство состава, кровь, тем не менее, является достаточно лабильной системой, быстро отражающей происходящие в организме изменения. Химический состав крови у здоровых животных относительно постоянен, несмотря на непрерывное поступление и выделение из нее различных веществ. При патологических состояниях и нарушениях обмена веществ наблюдаются определенные сдвиги. Поэтому химический анализ крови широко используется для диагностики различных болезней организма животных. Для оценки состояния некоторых биохимических показателей в крови исследовали содержание общего белка, кальция, фосфора и каротина (таблица 4).

Таблица 4 - Биохимические показатели крови

Показатели	Группы животных	
	1-я опытная	2-я опытная
Общий белок, г /л	77,30±8,30	75,0±0,07
Кальций, ммоль/л	2,63±0,04	2,51±0,20
Фосфор, ммоль/л	1,86±0,08	1,54±0,33
Каротин, мкмоль/л	7,19±0,28	7,17±0,62

Сывороточные белки играют существенную роль в поддержании вязкости крови, коллоидно-осмотического давления, в обеспечении транспорта многих веществ, которые, соединяясь с белками, переносятся к тканям, регуляции постоянства pH крови, иммунных процессах организма. Количество общего белка в сыворотке крови у крупного рогатого скота колеблется от 72 до 86 г/л. В нашем опыте количество общего белка у животных в двух опытных группах было в норме и составило по группам 77,30 и 75,0 ммоль/л, что говорит о хороших защитных силах организма. Между группами достоверных изменений не было.

Кальций входит в состав минеральной части костей, участвует в процессе свертывания крови, повышает защитные функции организма, обеспечивает нормальный уровень возбудимости нервов и мышечной ткани. Снижение содержания общего кальция в сыворотке крови наблюдается при гипокальциемии, которую выявляют при рахите, остеомалации, остропротекающих тяжелых заболеваниях. Исследования показали, что в конце стойлового периода количество кальция в крови животных 1 опытной группы было в норме (при норме кальция 2,5-3,11 ммоль/л), в 1 опытной группе оно составило 2,63 ммоль/л, тогда как во 2 опытной было ниже нормы на 4,7%.

Фосфор относится к числу наиболее физиологически активных и необходимых элементов для жизнедеятельности организма животных. Он содержится в костной и нервной тканях, участвует в регуляции кислотно-щелочного равновесия, ферментов. Снижение его концентрации свидетельствует о гипофосфатемии, которая может быть при рахите, остеомалации, хронической гематурии крупного рогатого скота. В нашем опыте содержание фосфора в сыворотке крови у всех подопытных животных находилось в пределах нормы (норма 1,4-2,5 ммоль/л). В 1 опытной группе количество фосфора в крови было выше на 12,6%.

Каротин является провитамином А. Он содержится в растительных кормах, молоке, молозиве, яичном желтке, печени и т.д. Наибольшее значение имеет β-каротин. β-каротин в тонком отделе кишечника и в печени при участии каротиназы присоединяет две молекулы воды и превращается в две молекулы витамина А (ретинола). Витамин А участвует в реакциях окисления, протекающих в клетках эпителиальных тканей, входит в состав светочувствительного зрительного пурпура (родопсина), способствует биосинтезу холестерина, участвует в обмене веществ (белков, липидов, углеводов). Уменьшение количества каротина в сыворотке крови говорит о гипокаротинемии. Количество каротина в крови коров должно поддерживаться в пределах 5,2-13,0 мкмоль/л. Наши исследования показали, что количество каротина в крови животных двух групп составило 7,19 и 7,17 мкмоль/л, что является нормой.

Таким образом, исследования показали, что животные во время опыта оставались здоровыми, несмотря на значительную разницу в содержании.

Заключение.

1. Исследования микроклимата в двух помещениях показали, что более комфортные условия были в группе коров, которые находились на беспривязно-боксовом содержании.

2. Животные, находившиеся на МТФ «Орел», имели более высокий среднесуточный удой, чем коровы, находящиеся на МТФ «Леваши». Так, в 1-й опытной группе среднесуточный удой за период опыта составил 21,8 кг, тогда как во 2-й опытной – 23,2 кг, что на 6,4% выше.

3. У животных, находящихся в опытных группах, такие показатели, как общий белок, фосфор и каротин были в пределах физиологической нормы. Количество кальция в крови животных второй опытной группы оказалось ниже нормы на 4,7%.

4. Содержание коров в условиях с лучшим микроклиматом является наиболее эффективным. Так как среднесуточный удой у животных 2-й опытной группы был выше, себестоимость полученного молока снизилась, а прибыль, соответственно, увеличилась. Рентабельность молока в двух опытных группах оказалась положительной, но во второй опытной группе она была выше, чем в первой на 13,31 п.п.

Conclusion.

1. Studies of the microclimate in two premises have shown that more comfortable conditions were in a group of cows with loose-box maintenance.

2. Animals on MTF "Eagle" had a higher average daily milk yield than cows on MTF "Levashi". So, in the 1st experimental group, the average daily milk yield for the period of the experiment was 21.8 kg, while in the 2nd experimental group – 23.2 kg, which is 6.4% higher.

3. In the animals of the experimental groups, such indicators as total protein, phosphorus and carotene were within the physiological norm. The amount of calcium in the blood of animals of the second experimental group was 4.7% lower than normal.

4. Keeping cows in conditions with the improved microclimate is the most effective. Since the average daily milk yield in animals of the 2nd experimental group was higher, the cost of the milk received decreased, and the profit, accordingly, increased. The profitability of milk in the two experimental groups turned out to be positive, and in the second experimental group it was higher than in the first one by 13.31 pp.

Список литературы. 1. Авдеенко, А. А. Производство молока в Республике Беларусь / А. А. Авдеенко, О. А. Чергейко // Сборник научных статей по материалам XVI Международной студенческой научной конференции / Гродненский государственный аграрный университет. – Гродно : ГГАУ, 2015. – С. 18–20. 2. Волошин, Д. Как выявить и устранить тепловой стресс у животных / Д. Волошин // Наше сельское хозяйство. – 2015. – №10. – С. 4–7. 3. Гигиена животных : учебное пособие / В. А. Медведский [и др.] ; под. ред. В. А. Медведского. – Минск : ИВЦ Минфина, 2020. – 591 с. 4. Головков, В. А. Молочное скотоводство Республики Беларусь: внутренние и внешние факторы развития / В. А. Головков, А. В. Сычевник // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы : сб. науч. тр. / Гродненский государственный аграрный университет. – Гродно : ГГАУ, 2014. – Т. 17. – С. 187. 5. Комплексные нормы технологического проектирования новых, реконструкции и технического перевооружения существующих животноводческих объектов по производству молока, говядины и свинины / НПЦ НАН академии наук Беларуси по животноводству, 2021. – 121 с. 6. Продолжительность хозяйственного использования коров черно-пестрой породы в зависимости от способа их содержания / В. Н. Тимошенко [и др.] // Животноводство и ветеринарная медицина. – 2014. – №2. – С. 8–12. 7. Тимошенко, В. Освещение в коровнике / В. Тимошенко, А. Музыка, А. Москалев // Животноводство России. – 2015. – №3. – С. 39–40.

References. 1. Avdeenko, A. A. *Proizvodstvo moloka v Respublike Belarus* / A. A. Avdeenko, O. A. Chergeiko // *Sbornik nauchnykh statei po materialam XVI Mezhdunarodnoi studentcheskoi nauchnoi konferentsii* / Grodnenskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet. – Grodno : GGAU, 2015. – S. 18–20. 2. Voloshin, D. *Kak vyiavit i ustranit teplovoi stress u zhivotnykh* / D. Voloshin // *Nashe selskoe khoziaistvo*. – 2015. – №10. – S. 4–7. 3. *Gigiena zhivotnykh : uchebnoe posobie* / V. A. Medvedskii [i dr.] ; pod. red. V. A. Medvedskogo. – Minsk : IVTs Minfina, 2020. – 591 s. 4. Golovkov, V. A. *Molochnoe skotovodstvo Respubliki Belarus: vnutrennie i vnesnie faktory razvitiia* / V. A. Golovkov, A. V. Sychevnik // *Sel'skoe khoziaistvo – problemy i perspektivy : sb. nauch. tr.* / Grodnenskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet. – Grodno : GGAU, 2014. – T. 17. – S. 187. 5. *Kompleksnye normy tekhnologicheskogo proektirovaniia novykh, rekonstruktsii i tekhnicheskogo perevooruzheniia sushchestvuiushchikh zhivotnovodcheskikh obiektoy po proizvodstvu moloka, goviadiny i svininy* / NPTs NAN akademii nauk Belarusi po zhivotnovodstvu, 2021. – 121 s. 6. *Prodolzhitel'nost' khoziaistvennogo ispol'zovaniia korov cherno-pestroi porody v zavisimosti ot sposoba ikh sodержaniia* / V. N. Timoshenko [i dr.] // *Zhivotnovodstvo i veterinarnaia meditsina*. – 2014. – №2. – S. 8–12. 7. Timoshenko, V. *Osveshchenie v korovnike* / V. Timoshenko, A. Muzyka, A. Moskaev // *Zhivotnovodstvo Rossii*. – 2015. – №3. – S. 39–40.

Поступила в редакцию 06.04.2023.

DOI 10.52368/2078-0109-2023-59-2-113-118

УДК 636.4.082.12:636.4.033

ОЦЕНКА ПРОДУКТИВНОСТИ СВИНЕЙ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ СЕЛЕКЦИОННО-ГЕНЕТИЧЕСКИХ ПРИЕМОМ И МЕТОДОВ

*Шейко И.П. ORCID ID 0000-0002-4684-9830, **Казаровец И.Н. ORCID ID 0009-0000-7735-5326,
*Приступа Н.В. ORCID ID 0009-0000-5597-4695, *Тимошенко Т.Н. ORCID ID 0009-0002-2250-8086,
*Заяц В.Н. ORCID ID 0009-0008-2721-7740

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

**УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь

Выявлены оптимальные продуктивные параметры свиней материнских пород, используемых в племенном свиноводстве на основе применения селекционно-генетических приемов и методов. Анализ ассоциации полиморфных вариантов генов – маркеров с репродуктивными, откормочными и мясными качествами свиноматок показал, что генотипы $RYR1^{NV}$, ESR^{BB} и ESR^{AB} , $H-FABP^{FH}$ и $H-FABP^{dd}$ оказывают положительное влияние на ряд признаков: стрессустойчивость, многоплодие, массу гнезда при отъеме, среднесуточный прирост, затраты корма на прирост, толщину шпика над 6-7 грудными позвонками, массу задней трети полутуши. Проведение молекулярно-генетического тестирования свиноматок по данным генам позволит повысить репродуктивные (на 13,3-21,0%), откормочные и мясные качества (на 2,7-10,8%). **Ключевые слова:** ландрас, йоркшир, белорусская крупная белая, белорусская мясная, породы свиней, воспроизводительные, откормочные и мясные качества, генетическое тестирование, гены-маркеры.

EVALUATION OF SWINE PERFORMANCE BASED ON SELECTION AND GENETIC TECHNIQUES AND METHODS

*Sheiko I.P., **Kazarovets I.N., *Pristupa N.V., *Timoshenko T.N., *Zayats V.N.

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

**Belarusian State Agrarian Technical University, Minsk, Republic of Belarus

There have been determined the optimal performance parameters for swine of maternal breeds used in pedigree swine breeding, based on selection and genetic techniques and methods. Analysis of the association of polymorphic variants of marker genes with reproductive, fattening and meat traits of sows has shown that the $RYR1^{NN}$, ESR^{BB} and ESR^{AB} , $H-FABP^{HH}$ and $H-FABP^{dd}$ genotypes have beneficial effects in the context of stress resistance, prolificacy, litter weight at weaning, average daily gain, feed expenditures per unit of gain, backfat thickness over the 6-7th thoracic vertebrae, the weight of backgammon. Molecular genetic testing of sows for these genes will make it possible to improve reproductive (by 13.3-21.0%), fattening and meat traits (by 2.7-10.8%). **Keywords:** Landrace, Yorkshire, Belarusian Large White, Belarusian Meat, swine breeds, reproductive, fattening and meat traits, genetic testing, marker genes.

Введение. В настоящее время в Республике Беларусь, где более 85% товарного молодняка получают от различных сочетаний межпородной гибридизации, основной системой разведения остается селекционное совершенствование чистопородных стад. Свиной принято подразделять на материнские и отцовские породы. Материнские, как правило, должны отличаться высоким многоплодием 11–14 поросят, крупноплодностью 1,1–1,3 кг и молочностью, не ниже 50–60 кг, хорошими материнскими качествами, а также немаловажно – высокой адаптационной способностью к местным условиям. Отцовские, в свою очередь, иметь высокие показатели откормочной и мясной продуктивности.

В Беларуси в системе разведения и гибридизации задействовано семь пород свиней, из которых 5 материнских – белорусская крупная белая, белорусская мясная, белорусская черно-пестрая, ландрас, йоркшир и 2 отцовские – дюрок и пьетрен [1, 2, 3].

Наследование основных хозяйственно-полезных признаков имеет так называемую полигенную природу, то есть на их проявление оказывает влияние несколько генов, которые расположены в различных участках хромосом генома животного (локусы). У животных с более высокой продуктивностью в генотипе имеется большее число предпочтительных аллелей, чем в среднем по популяции.

Поэтому в настоящее время появилась возможность вести селекционный процесс с использованием ДНК-маркеров, позволяющих маркировать отдельные количественные хозяйственно-полезные признаки, выявляя, таким образом, точечные мутации и на этой основе прогнозировать их проявление. Вследствие отбора животных с предпочтительными генотипами в качестве родительских пар можно ожидать повышение продуктивности потомства, по сравнению с предыдущими поколениями [3, 6].

Маркирование признаков на уровне генотипа в дополнение к традиционным классическим методам селекции позволяет селекционерам стран с развитым свиноводством значительно повышать эффективность селекционного процесса и достигать существенных результатов в создании резистентных к стрессам пород и стад свиней, а также повышать продуктивность животных.

В качестве генетических маркеров признаков продуктивности свиней материнских пород, представляющих практический интерес, нами изучен ряд следующих генов.

Ген эстрогенового рецептора (ESR) – влияющий на воспроизводительные признаки, полиморфизм которого обусловлен наличием двух аллелей: А и В. Установлено, что предпочтительным с точки зрения селекции является генотип ВВ [2, 5, 6].

H-FABP – ген, по полиморфизму которого можно судить о показателях откормочных и мясных качеств молодняка свиней. В своих исследованиях мы изучали показатели среднесуточного прироста, конверсию корма, толщину шпика над 6-7 грудными позвонками и массу задней трети полутуши молодняка различных сочетаний.

Ген RYR1 – играет важную роль в повышении эффективности селекционного процесса, направленного не только на повышение продуктивности свиней, но и позволяющий прогнозировать количественные признаки животных в раннем возрасте. Согласно полученным данным многими учеными, селекция на повышение мясности свиней привела к увеличению числа животных, подверженных стрессу, что негативно влияет на проявление воспроизводительной функции животных. Под действием стресса вслед за напряжением в мышцах, затрудненным дыханием и повышенной частотой пульса, из-за нарушения кровообращения и сердечного шока, развивается злокачественный гипертермический синдром (MHS), что в конечном итоге приводит к снижению метаболических и обменных процессов (до 22%), естественной резистентности (до 20%), оплодотворяющей способности (до 3%), воспроизводительной (до 11%), откормочной (до 5-7%) и мясной продуктивности (до

8-10%), ухудшается качество мяса, проявляются пороки, такие как PSE и DFD, увеличивается на 2,5% количество мертворожденных поросят и на 3,4% количество аварийных опоросов. В гене RYR-1 диагностировано два аллеля: RYR^N – без мутации и RYRⁿ – с точечной мутацией. Идентифицированы генотипы свиней: RYR1^{NN} – стрессустойчивые носители, гетерозиготная форма генотипа RYR1^{Nn} – стрессустойчивые скрытые носители, гомозиготная форма генотипа RYR1ⁿⁿ – стрессчувствительный ген [3, 5, 7].

Цель работы: установить ассоциацию генотипов свиней отечественной и импортной селекции по генам RYR-1, ESR и H-FABP с репродуктивными, откормочными и мясными качествами, а также ассоциированных с чувствительностью к стрессам.

Материалы и методы исследований. В процессе выполнения работы применялись следующие основные этапы: оценка животных по комплексу признаков продуктивности и по генотипу с использованием метода ДНК-тестирования; оценка воспроизводительных качеств по показателям, учитывающих гены-маркеры ESR; оценка откормочных и мясных качеств потомства на основе генов-маркеров RYR-1, H-FABP.

Исследования проводились на базе РСУП «ЖодиноАгроПлемЭлита» Минской и СГЦ «Заднепровский» Витебской областей. Для исследований были отобраны чистопородные животные: белорусской крупной белой породы (БКБ), белорусской мясной (БМ) отечественной селекции, животные пород ландрас (Л) и йоркшир (Й) импортной селекции, а также их помеси (БКБхБМ), (ЛхЙ) и (ЙхЛ).

Генетическое тестирование проводили на свиноматках и откормочном поголовье свиней материнских пород. В качестве исходного материала использовали пробы ткани из ушной раковины свиней. Из образцов выделен и оптимизирован ДНК для анализа полиморфизма генов методом ПЦР–ПДРФ (полимеразно-цепной реакции полиморфизма длин рестрикционных фрагментов). Исследования проводились в лаборатории молекулярной биотехнологии и ДНК-тестирования РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству».

В процессе исследований изучали гены: ESR – ген, детерминирующий проявление репродуктивных признаков у свиней, через продукт этого гена (рецептора) реализуется действие половых гормонов эстрогенов; H-FABP – один из важнейших маркеров откормочных и мясных качеств молодняка свиней, RYR-1 – ген, ассоциированный с индуцируемым стрессом злокачественной гипотермией.

Для изучения откормочных качеств молодняка проведен контрольный откорм животных согласно ОСТ 103-86 «Свиньи. Метод контрольного откорма». При этом учтены следующие показатели: среднесуточный прирост, затраты корма на 1 кг прироста.

Изучение мясных качеств животных проводили на основании данных контрольного убоя подсвинков (6 левых полутуш из каждой группы) согласно методическим рекомендациям ВИЖа и ВНИИМП (1978) по следующим показателям: толщина шпика над 6-7 грудными позвонками, масса задней трети полутуши.

Результаты исследований. На основании исследований проведена оценка количественных и качественных показателей продуктивности животных различных генотипов по генам-маркерам воспроизводительной, откормочной и мясной продуктивности (рисунки 1, 2).

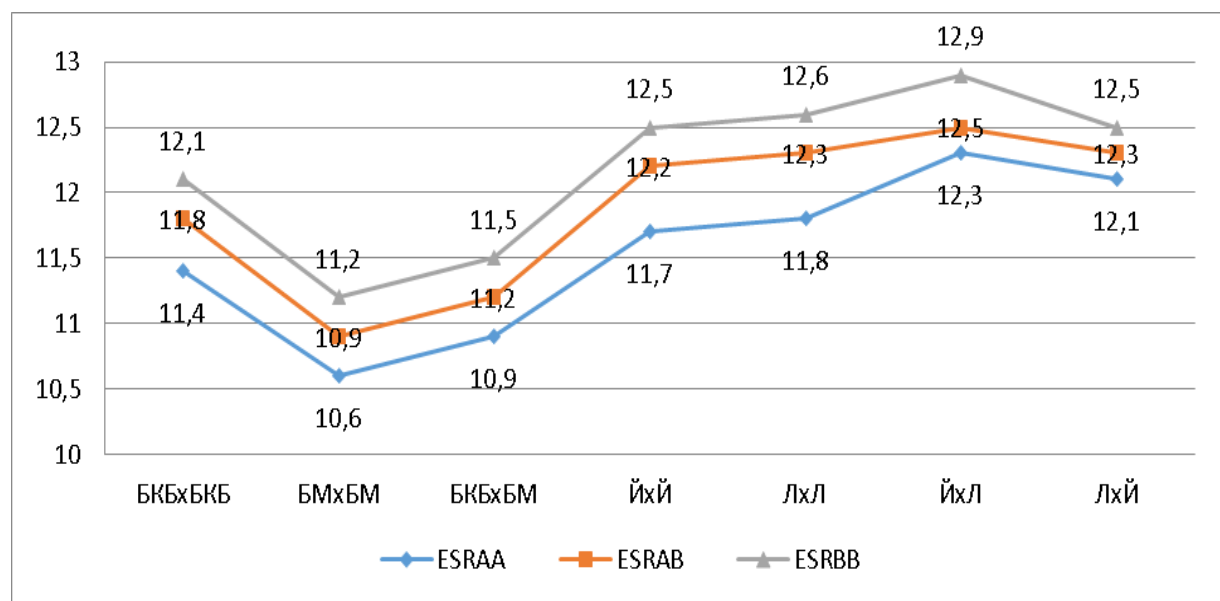


Рисунок 1 – Многоплодие свиноматок различных сочетаний в зависимости от генотипа по гену ESR

Воспроизводительные качества. Концентрация желательного аллеля В гена ESR достаточно высокая: у животных отечественной селекции – 0,32-0,46, а у сверстниц импортной – 0,56-0,60, что указывает на дальнейшие возможности повышения многоплодия генетическими методами. Разница по многоплодию свиноматок в пользу животных генотипа ESR^{BB} и аналогами генотипа ESR^{AA} составила 0,6-1,2 гол., или 4,8-10,2%.

По показателю массы гнезда при отъеме свиноматки с генотипом ESR^{BB} обладали превосходством над гомозиготами ESR^{AA} на 5,7-19,5 кг, или 5,7 и 21,0%. По гетерозиготным генотипам превосходство составило соответственно 6,1-18,3 кг.

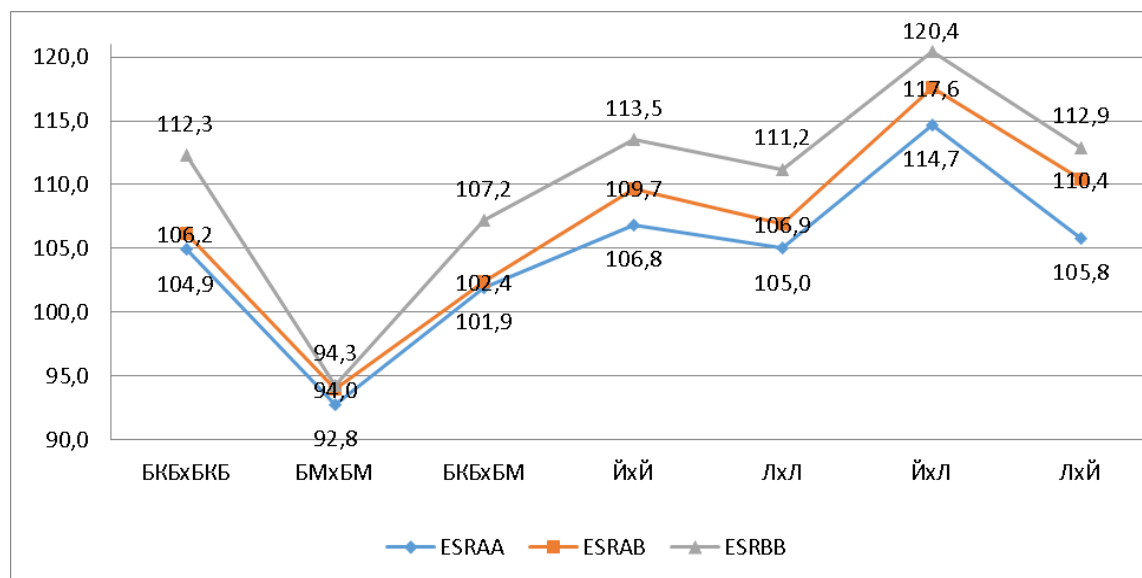


Рисунок 2 – Масса гнезда при отъеме свиноматок различных сочетаний в зависимости от генотипа по гену ESR

Мясная продуктивность. Выявлено, что животные всех пород и породных сочетаний в большинстве своем обладают устойчивостью к стрессам – концентрация желательного аллеля N по локусу гена RYR1 составила 0,78-0,91 в долях от единицы, стрессустойчивых скрытых носителей RYR1^{Nn} – 0,09-0,22, а по стрессчувствительным генам RYR1ⁿⁿ – концентрация не установлена, что указывает на отсутствие необходимости проведения у свиноматок в дальнейшем полномасштабной молекулярной генной диагностики стрессовой чувствительности. С целью исключения появления стрессчувствительных животных, достаточно проведения диагностики среди используемых и ремонтных хряков.

В селекционном процессе очень важно определить ДНК-маркер, по полиморфизму которого можно судить о показателях откормочных и мясных качеств молодняка свиней. В своих исследованиях мы изучали показатели среднесуточного прироста, затрат корма на прирост, толщину шпика над 6-7 грудными позвонками и массу задней трети полутуши молодняка различных сочетаний в зависимости от генотипа H-FABP и выявили положительную ассоциацию с рядом признаков (таблица 1).

Таблица 1 – Показатели откормочных и мясных качеств молодняка различных сочетаний в зависимости от генотипа H-FABP

Сочетание генотипов ♀х♂	Генотип			
	H-FABP ^{HH}	H-FABP ^{DD}	H-FABP ⁿⁿ	H-FABP ^{DD}
Среднесуточный прирост, г / Затраты корма на прирост, к.ед				
БКБхБКБ	735/3,20	732/3,19	708/3,44	716/3,39
БМхБМ	748/3,06	752/3,02	718/3,18	717/3,29
БКБхБМ	769/3,00	758/3,04	740/3,14	748/3,12
ЙхЙ	798/2,88	789/2,90	760/2,99	756/3,00
ЛхЛ	779/2,86	782/2,89	748/3,04	750/3,00
ЙхЛ	812/2,82	804/2,90	780/2,98	784/2,92
ЛхЙ	804/2,88	807/2,85	775/3,02	780/3,00

Продолжение таблицы 1

Сочетание генотипов ♀х♂	Генотип			
	H-FABP ^{HH}	H-FABP ^{dd}	H-FABP ^{hh}	H-FABP ^{Dd}
Толщина шпика над 6-7 грудными позвонками, мм / Масса задней трети полутуши, кг				
БКБхБКБ		24,0/11,5	26,4/10,6	26,3/10,5
БМхБМ	17,8/11,6	17,6/11,6	19,0/11,2	19,2/11,3
БКБхБМ	19,2/11,4	19,4/11,3	22,3/11,0	20,6/10,9
ЙхЙ	12,2/11,9	12,8/11,8	14,2/11,8	14,8/11,7
ЛхЛ	11,8/12,4	11,7/12,3	13,3/11,9	13,1/11,8
ЙхЛ	12,8/12,2	12,3/12,1	13,9/11,7	13,8/11,8
ЛхЙ	12,6/12,4	12,5/12,3	14,0/11,6	13,9/11,9

По результатам исследований установлено положительное влияние генотипов H-FABP^{HH} и H-FABP^{dd} на улучшение всех оцениваемых признаков по всем группам животных. Частота встречаемости желательных аллелей d и H гена H-FABP имеет достаточно высокое значение – 0,50-0,71 и 0,89-0,93, соответственно. Проведение селекции свиней с учетом изученной ассоциации позволит значительно улучшить откормочные качества по сравнению с аналогами генотипов H-FABP^{hh} и H-FABP^{Dd}.

Так, среднесуточный прирост откормочного молодняка отечественной селекции генотипа H-FABP^{HH} колебался в пределах 735-769 г, а по группам импортного молодняка – 779-812 г, что соответственно выше по сравнению с молодняком генотипа H-FABP^{hh} на 29-61 г, или 3,9-8,6% и 32-64 г, или 4,1-8,5%, а по сравнению с аналогами генотипа H-FABP^{Dd}, преимущество составило по импортным группам 21-53 г, или 2,8-7,4%, по отечественным – 28-62 г, или 3,6-8,3%. Затраты корма на прирост по импортным группам генотипов H-FABP^{HH} и H-FABP^{dd} снижены по сравнению с аналогами генотипа H-FABP^{hh} на 3,5-12,8% и H-FABP^{Dd} на 3,8-11,5%, а по отношению к сверстникам отечественных групп генотипа H-FABP^{hh}, соответственно, на 3,4-7,2%, генотипа H-FABP^{Dd} – на 3,4-6,0%.

Аналогичная закономерность выявлена и по мясным качествам молодняка с положительным влиянием на селекционируемые признаки генотипов H-FABP^{HH} и H-FABP^{dd}, обеспечивающих в среднем снижение толщины шпика от 4,3 до 10,5% и повышение массы окорока от 2,7 до 10,8%.

Таким образом, в результате проведенных исследований изучен полиморфизм генов RYR-1, ESR и H-FABP у селекционируемых пород свиней отечественной и импортной селекции, ассоциированных с чувствительностью к стрессам, а также репродуктивными, откормочными и мясными качествами.

Закключение. Установлено, что по гену RYR1 все подопытные животные имели стрессустойчивый генотип RYR1^{NN} и RYR1^{Nn}, что говорит об отсутствии необходимости в дальнейшем полномасштабной молекулярной генной диагностики стрессовой чувствительности. С целью исключения появления стрессчувствительных животных, достаточно проведения диагностики среди используемых и ремонтных хряков.

Наиболее тесная ассоциация с репродуктивными признаками была установлена для гена эстрогенового рецептора (ESR). Выявленные преимущества по многоплодию и массе гнезда при отъеме у животных с генотипами ESR^{BB} и ESR^{AB} позволили выделить аллель ESR^{BB}, как предпочтительный, а аллель ESR^{AB} – как желательный для дальнейшей селекции. Проведение селекции, направленной на разведение животных с предпочтительными генотипами, позволит до 13,3% увеличить многоплодие маток и до 21,0% - массу гнезда при отъеме.

Проведение селекции, направленной на разведение животных с предпочтительными генотипами H-FABP^{HH} и H-FABP^{dd} по сравнению с аналогами генотипов H-FABP^{hh} и H-FABP^{Dd} по группам контрольных и опытных животных, позволит на 2,8-8,6% увеличить скорость роста, массу задней трети полутуши на 2,7-10,8%, а также снизить расход кормов на единицу прироста и толщину шпика над 6-7 грудными позвонками на 3,4-12,8% и 4,3-10,5%, соответственно.

Проведение молекулярно-генетического тестирования свиноматок по данным генам позволит повысить репродуктивные, откормочные и мясные качества в дальнейшей селекционно-племенной работе.

Conclusion. It was found that all experimental animals had stress-resistant RYR1^{NN} and RYR1^{Nn} genotype for the RYR1 gene, which suggests no need for further full-scale molecular genetic diagnostics of stress sensitivity. In order to exclude the appearance of stress-sensitive animals, it is sufficient to perform diagnostics among used and replacement boars.

The closest association with reproductive traits was established for the estrogen receptor (ESR) gene. The revealed advantages in terms of prolificacy and litter weight at weaning in animals with the ESR^{BB} and ESR^{AB} genotypes made it possible to identify the ESR^{BB} allele as preferable, and the ESR^{AB}

allele as desirable for further selection. Selection aimed at breeding animals with preferable genotypes will increase the prolificacy of sows up to 13.3% and the litter weight at weaning up to 21.0%.

Selection aimed at breeding animals with preferable H-FABP^{HH} and H-FABP^{DD} genotypes compared to analogues of H-FABP^{hh} and H-FABP^{dd} genotypes in groups of control and experimental animals will allow increasing the growth rate by 2.8-8.6% and the weight of backgammon by 2.7-10.8%, simultaneously reducing the feed expenditures per unit of gain and the backfat thickness over the 6-7th thoracic vertebrae by 3.4-12.8% and 4.3-10.5%, respectively.

Molecular genetic testing of sows for these genes will make it possible to improve reproductive, fattening and meat traits in further selection and breeding work.

Список литературы. 1. Василюк, О. Я. Модельные генетические профили свиней материнских пород по генам-маркерам продуктивности / О. Я. Василюк, И. П. Шейко, И. Ф. Гридюшко // *Весті Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Сер. Аграрных навук.* – 2021. – Т. 59, № 3. – С. 350–360. 2. Комплексная оценка исходных генотипов свиней с высокой адаптационной способностью с целью создания родительских свинок F1 / И. П. Шейко [и др.] // *Весті Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Сер. Аграрных навук.* – 2020. – № 3. – С. 321–330. 3. Епишко, Т. И. Достижения и перспективы использования ДНК-технологий в свиноводстве : монография / Т. И. Епишко, В. А. Дойлидов, Д. А. Каспирович. – Витебск : ВГАВМ, 2012. – 260 с. 4. Шейко, Р. И. Селекционные приемы по формированию финальных родительских групп свиноматок (F1) с высокой адаптационной способностью / Р. И. Шейко, И. Н. Казаровец // *Весті Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Сер. Аграрных навук.* – 2020. – Т. 58, № 2. – С. 185–198. 5. Использование маркерных генов в селекции свиней различных пород для повышения репродуктивных качеств : монография / О. А. Епишко [и др.]. – Гродно : ГГАУ, 2015. – 185 с. 6. Новые селекционно-генетические методы в свиноводстве Беларуси / И. П. Шейко [и др.] // *Доклады Национальной академии наук Беларуси.* – 2020. – Т. 64, № 6. – С. 757–768. 7. Казаровец, И. Н. Репродуктивные качества чистопородных и двухпородных свиноматок / И. Н. Казаровец // *Агропанорама.* – 2019. – № 1. – С. 21–23.

References. 1. Vasilyuk, O. YA. Model'nye geneticheskie profili svinej materinskih porod po genam-markeram produktivnosti / O. YA. Vasilyuk, I. P. Shejko, I. F. Gridyushko // *Vesci Nacyyanal'naj akademii navuk Belarusi. Ser. Agrarnyh navuk.* – 2021. – T. 59, № 3. – S. 350–360. 2. Kompleksnaya ocenka iskhodnyh genotipov svinej s vysokoj adaptacionnoj sposobnost'yu s cel'yu sozdaniya roditel'skih svinok F1 / I. P. Shejko [i dr.] // *Vesci Nacyyanal'naj akademii navuk Belarusi. Ser. Agrarnyh navuk.* – 2020. – № 3. – S. 321–330. 3. Epishko, T. I. Dostizheniya i perspektivy ispol'zovaniya DNK-tekhnologij v svinovodstve : monografiya / T. I. Epishko, V. A. Dojlidov, D. A. Kaspirovich. – Vitebsk : VGAVM, 2012. – 260 s. 4. Shejko, R. I. Selekcionnye priemy po formirovaniyu final'nyh roditel'skih grupp svinomatok (F1) s vysokoj adaptacionnoj sposobnost'yu / R. I. Shejko, I. N. Kazarovec // *Vesci Nacyyanal'naj akademii navuk Belarusi. Ser. Agrarnyh navuk.* – 2020. – T. 58, № 2. – S. 185–198. 5. Ispol'zovanie markernyh genov v selekcii svinej razlichnyh porod dlya povysheniya reproduktivnyh kachestv : monografiya / O. A. Epishko [i dr.]. – Grodno : GGAU, 2015. – 185 s. 6. Novye selekcionno-geneticheskie metody v svinovodstve Belarusi / I. P. Shejko [i dr.] // *Doklady Nacional'noj akademii nauk Belarusi.* – 2020. – T. 64, № 6. – S. 757–768. 7. Kazarovec, I. N. Reproduktyvnye kachestva chistoporodnyh i dvuhporodnyh svinomatok / I. N. Kazarovec // *Agropanorama.* – 2019. – № 1. – S. 21–23.

Поступила в редакцию 31.03.2023.

DOI 10.52368/2078-0109-2023-59-2-118-123
УДК 636.234.1.082.3(476.1)

ФОРМИРОВАНИЕ ГЕНЕАЛОГИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ПОГОЛОВЬЯ БЫКОПРОИЗВОДЯЩИХ КОРОВ И ПЛЕМЕННЫХ БЫКОВ ГОЛШТИНСКОЙ ПОРОДЫ МОЛОЧНОГО СКОТА ОТЕЧЕСТВЕННОЙ СЕЛЕКЦИИ В ПЛЕМЕННЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ МИНСКОЙ ОБЛАСТИ С УЧЕТОМ ГЕНОТИПОВ ПО β -КАЗЕИНУ

Шейко И.П. ORCID ID 0000-0002-4684-9830, Климец Н.В. ORCID ID 0000-0002-0722-0394, Песоцкий Н.И. ORCID ID 0000-0002-1737-3540, Шеметовец Ж.И. ORCID ID 0000-0001-9086-2349
РУП «Научно-практический центр Национальной Академии наук Беларуси по животноводству»,
г. Жодино, Республика Беларусь

Впервые в Республике Беларусь на примере сельскохозяйственных предприятий Минской области сформирована генеалогическая структура поголовья быкопроизводящих коров и племенных быков голштинской породы молочного скота отечественной селекции с учетом генотипов по β -казеину. Установлено, что животные с генотипом A2A2 по β -казеину принадлежат ко всем шести плановым генеалогическим комплексам, составляющим структуру голштинской породы. На РУСП «Минское племпредприятие» имеется достаточное количество доз спермы племенных быков с генотипом A2A2 по β -казеину для получения ремонтных бычков всех комплексов и создания селекционных стад с желательным генотипом, производящих молоко A2. **Ключевые слова:** генеалогическая структура, голштинская порода, быкопроизводящие коровы, генотипы по β -казеину.

FORMATION OF THE GENEALOGICAL STRUCTURE IN HERDS OF BULL-PRODUCING COWS AND BREEDING BULLS OF THE HOLSTEIN DAIRY CATTLE BREED OF DOMESTIC SELECTION AT PEDIGREE BREEDING AGRICULTURAL ENTERPRISES IN THE MINSK REGION, CONSIDERING β -CASEIN GENOTYPES

Sheiko I.P., Klimets N.V., Pesotski N.I., Shemetavets Zh.I.

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

*For the first time in the Republic of Belarus, following the example of agricultural enterprises of the Minsk region, there has been formed the genealogical structure in herds of bull-producing cows and breeding bulls of the Holstein dairy cattle breed of domestic selection, considering the β -casein genotypes. It has been established that animals with the A2A2 β -casein genotype belong to all six planned genealogical complexes that make up the structure of the Holstein breed. The RUE "Minsk Pedigree Breeding Enterprise" possesses a sufficient stock of sperm doses taken from breeding bulls with the A2A2 β -casein genotype to obtain replacement bulls of all complexes and develop selection herds with the desired genotype, producing A2 milk. **Keywords:** genealogical structure, Holstein breed, bull-producing cows, β -casein genotypes.*

Введение. Во многих странах мира ученые и практики в области разведения и селекции молочного скота особое внимание уделяют оценке и отбору коров, особенно потенциальных матерей ремонтных быков и племенных быков, с учетом их генотипов по β -казеину молока, а также происхождения.

В настоящее время установлено, что β -казеин состоит из 209 аминокислот. Структура β -казеина у животных с различными генотипами (A1A1 и A2A2) отличается единственной аминокислотой: генотип A1A1 содержит в позиции 67 аминокислоту гистидин, генотип A2A2 – пролин. При употреблении в пищу молока от коров с генотипами A1A1 и A2A2 β -казеины расщепляются в желудочно-кишечном тракте человека с образованием разных веществ: при расщеплении A1 β -казеина образуется пептид, состоящий из семи аминокислотных остатков, который называется бычий казоморфин-7, или БКМ-7, и неблагоприятно влияет на перистальтику желудочно-кишечного тракта человека, в частности, детей в раннем возрасте [1, 2, 3].

В некоторых странах начали разрабатывать методы контроля генетических форм β -казеина в детском питании. Ученые известной компании детского питания Нестле разработали метод сверхэффективной жидкостной хроматографии и масс-спектрометрии высокого разрешения для интактных белков, которые могут эффективно обнаруживать, идентифицировать и характеризовать основные молочные белки и их протеоформы (статус фосфорилирования, степень гликирования, генетические варианты) в ингредиентах и конечных продуктах с акцентом на выявление и количественную оценку конкретных генетических вариантов β -казеина в смесях для грудных детей [5].

Почетный профессор Оклендского университета Боб Эллиот призвал в 2020 г. фермеров Новой Зеландии полностью перейти на производство молока A2. Профессор привел пример последних исследований китайских медиков, которые показали, что проблемы с употреблением питьевого молока у китайцев связаны не столько с непереносимостью лактозы, сколько с влиянием молока животных с генотипом A1A1 β -казеина на расстройства пищеварительного тракта и некоторые другие проблемы со здоровьем. По мнению Б. Эллиота, новозеландская молочная отрасль должна воспользоваться огромнейшим потенциалом Китая как потребителя молочных продуктов на основе молока A2 [4, 6, 7].

Оценка и отбор быкопроизводящих коров (потенциальных матерей быков) и племенных быков имеет важное значение для селекционного прогресса в молочном скотоводстве. В настоящее время с целью улучшения качественных характеристик молока наряду с оценкой основных селекционируемых признаков коров в странах с развитым молочным скотоводством проводится их тестирование и отбор с предпочтительными генотипами по β -казеину. Данная информация учитывается при создании селекционных стад, так как быкопроизводящие коровы с желательными генотипами являются источниками не только большого количества молока, но и поставщиками высококачественного молодняка, в том числе и ремонтных быков.

Учитывая тот факт, что быкопроизводящие коровы являются потенциальными матерями быков новых генераций, их тестирование и отбор предпочтительных генотипов с учетом принадлежности к генеалогическим комплексам дает возможность поддерживать структуру породы.

Целью исследований является формирование генеалогической структуры поголовья быкопроизводящих коров (потенциальных матерей ремонтных быков) и племенных быков голштинской породы молочного скота отечественной селекции с учетом генотипа по β -казеину молока для получения новых генераций животных с предпочтительным генотипом A2A2, производящих молоко A2.

Материалы и методы исследований. Объектами исследований являлись быкопроизводящие коровы, принадлежащие ОАО «Городея» Несвижского и ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» Смолевичского районов и племенные быки РУСП «Минское племпредприятие» голштинской породы молочного скота отечественной селекции, протестированные по генотипам β -казеина. Биометрическая

обработка цифрового материала проводилась на основе выборок коров и быков, сформированных из информационной базы данных племенного молочного скота ГИВЦ «Минсельхозпрода» по методике П.Ф. Рокицкого [8].

Результаты исследований. С целью формирования генеалогической структуры поголовья быкопроизводящих коров с учетом генотипов по β -казеину изучена принадлежность быкопроизводящих коров к генеалогическим комплексам в разрезе хозяйств.

Установлено, что животные по генеалогии в ОАО «Городея» распределены неравномерно: наибольшее количество коров с генотипом A2A2 по β -казеину принадлежит к четвертому комплексу (21 гол.), который представлен дочерями высокоценных быков РУСП «Минское племпредприятие»: Болеро 500608 и Мелхор 500610. По происхождению быкопроизводящие коровы с генотипом A1A2 распределены следующим образом: из 46 голов к 1, 3 и 5 комплексам относятся по 11% животных; 2 – 9%; 4 – 26% и 6 – 32% коров. Десять быкопроизводящих коров с генотипом A1A1 по β -казеину отнесены к 3, 4, 5 и 6 комплексам (таблица 1).

Таблица 1 – Распределение быкопроизводящих коров различных генотипов по β -казеину по генеалогическим комплексам в ОАО «Городея»

Комплекс	Генотипы по β -казеину		
	A2A2	A1A2	A1A1
1	1	5	-
2	7	4	-
3	5	5	1
4	21	12	2
5	6	5	4
6	3	15	4

При формировании генеалогической структуры поголовья быкопроизводящих коров с учетом генотипов по β -казеину ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» установлено, что животные с генотипом A2A2 по β -казеину принадлежат к шести генеалогическим комплексам, составляющим структуру голштинской породы молочного скота отечественной селекции. Частота встречаемости коров с желательным генотипом A2A2 среди протестированных составляет 37%. Наибольшую долю занимают животные с гетерозиготным генотипом A1A2 по β -казеину – 47%, среди которых 20 гол. (43%) представлено коровами четвертого комплекса. От высокоценных производителей данного комплекса – Валдая 200338 и Бена 500773 получено по четыре дочери с указанным генотипом. Нежелательный генотип A1A1 имеют 16% животных (таблица 2).

Таблица 2 – Распределение быкопроизводящих коров различных генотипов по β -казеину по генеалогическим комплексам ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита»

Комплекс	Генотипы по β -казеину		
	A2A2	A1A2	A1A1
1	8	6	1
2	4	4	2
3	1	-	-
4	9	20	9
5	11	8	-
6	4	9	4

Определено количество потенциальных матерей ремонтных быков голштинской породы с генотипом A2A2 с учетом отцов в исследуемых хозяйствах. Наибольшее число потомков – потенциальных матерей ремонтных быков голштинской породы с предпочтительным генотипом получено от следующих высокоценных производителей: Болеро 500608, Мелхор 500610, Раймондо 400593, Баллистос 100493, Спич 750461, Ялта 100556 (таблица 3).

Таблица 3 – Распределение быкопроизводящих коров с генотипом A2A2 с учетом их отцов

Кличка отца	Номер отца	Количество дочерей
Болеро	500608	9
Мелхор	500610	8
Баллистос	100493	7
Раймондо	400593	6
Спич	750461	6
Ялта	100556	5

Продолжение таблицы 3

Кличка отца	Номер отца	Количество дочерей
Хорис	500553	4
Аупро	500547	4
Колосс	750459	3
Валдай	200338	2
Скотт	300725	2
Лео	300725	2
Боссет	500713	2
Самуэль	500186	2
Банкир	500147	2
Татар	600587	2
Фейсоф	750419	1
Ремант	750379	1
Погром	300325	1
Кесвик	750420	1
Габлес	750484	1
Денни	500697	1
Бархат	500185	1
Мантай	750101	1
Визард	750133	1

Плановое использование данных производителей на коровах с предпочтительными генотипами будет способствовать получению новых генераций ремонтных быков плановых комплексов и ускорению создания селекционных стад коров с генотипами A2A2 по β -казеину.

Проведены исследования по оценке показателей молочной продуктивности быкопроизводящих коров двух исследуемых хозяйств с учетом генотипов по β -казеину (таблицы 4, 5).

Таблица 4 – Показатели молочной продуктивности быкопроизводящих коров с различными генотипами по β -казеину в ОАО «Городея»

	Удой, кг	Жир, %	Белок, %	Жир, кг	Белок, кг
Генотип A1A1					
n	11	11	11	11	11
M	10971	4,08	3,38	447	370
m	287	0,07	0,03	12	9,8
C _v	8,7	6,1	3,2	9,2	8,8
Генотип A1A2					
n	46	46	46	46	46
M	10616	4,13	3,39	438	360
m	161	0,05	0,02	6,9	5,4
C _v	10,3	8,3	3,6	10,6	10,3
Генотип A2A2					
n	43	43	43	43	43
M	11209	4,09	3,40	457	380
m	155	0,05	0,02	5,9	5,2
C _v	9,0	7,3	4,5	8,5	8,9

Таблица 5 – Показатели молочной продуктивности быкопроизводящих коров с различными генотипами по β -казеину в ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита»

	Удой, кг	Жир, %	Белок, %	Жир, кг	Белок, кг
Генотип A1A1					
n	15	15	15	15	15
M	10521	3,86	3,45	406	363
m	178	0,14	0,03	16	7,9
C _v	6,6	14,2	3,3	15,5	8,4
Генотип A1A2					
n	47	47	47	47	47
M	10493	3,83	3,44	403	361
m	147	0,06	0,02	8,9	5,5
C _v	9,6	10,2	4,3	15,2	10,4

Продолжение таблицы 5

	Удой, кг	Жир, %	Белок, %	Жир, кг	Белок, кг
Генотип A2A2					
n	37	37	37	37	37
M	10586	3,91	3,51	413	371
m	125	0,06	0,03	7,5	5,1
C _v	7,2	10,0	4,9	11,1	8,3

Как видно из таблиц 4, 5, коровы всех генотипов по β -казеину имеют высокие показатели продуктивности, вместе с тем, прослеживается тенденция увеличения удоев, выхода молочного жира и молочного белка у коров с генотипом A2A2 по β -казеину.

Проведено тестирование по генотипам β -казеина 40 импортных геномнооцененных племенных быков РУСП «Минское племпредприятие», из которых 22 головы имеют предпочтительный генотип A2A2 по β -казеину.

Изучена генеалогическая структура поголовья указанных быков с отнесением к генеалогическим комплексам, а также остатки спермы и получение приплода, в том числе телок за весь период использования (таблица 6). Установлено, что наибольшее число быков принадлежит к четвертому комплексу, от них получено максимальное количество телок (54750 гол.), в т.ч. по отцам: Твиттер 500676 – 17299 гол., Бен 500703 – 13966 гол., Сентябрь 500694 – 10401 гол., Снейк 500679 – 10410 гол. Пятый генеалогический комплекс представлен тремя быками: Симен 500776, Брук 500813 и Денни 500697, от которого получено почти 20 тыс. телок и имеется остаток спермы 50,3 тыс. доз. Всего по протестированному поголовью быков с предпочтительным генотипом A2A2 по β -казеину на племпредприятии имеется 790,5 тыс. доз спермы и получено 112949 телок.

Использование вышеуказанных быков на маточном поголовье с генотипами A2A2 и A1A2 позволит ускорить создание селекционных стад с желательными генотипами для получения молока нужного качества.

Таблица 6 – Генеалогическая структура поголовья племенных быков РУСП «Минское племпредприятие» с предпочтительным генотипом по β -казеину

Комплекс	Кол-во быков	Остаток спермы, тыс. доз	Получено приплода, гол.	
			всего	в т.ч. телок
1	2	23,1	16536	8085
2	4	73,1	15273	7582
3	2	119,7	24803	11778
4	7	42,9	112334	54750
5	3	127,4	40911	19861
6	4	111,9	22386	10893
Итого	22	790,5	232243	112949

Закключение. Сформирована генеалогическая структура поголовья быкопроизводящих коров в ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» и ОАО «Городея» и племенных быков РУСП «Минское племпредприятие» с учетом генотипов по β -казеину. Установлено, что предпочтительный генотип A2A2 по β -казеину в обоих хозяйствах и на предприятии имеют животные всех шести плановых генеалогических комплексов, составляющих структуру голштинской породы молочного скота.

Использование быков-производителей с предпочтительным генотипом A2A2 по β -казеину на быкопроизводящих коровах с аналогичным генотипом позволит получать ремонтных быков нужного происхождения для проведения внутрилинейного подбора и ускорения процесса создания селекционных стад с желательным генотипом. В конечном итоге это обеспечит молокоперерабатывающую отрасль сырьем, безопасным и полезным для здоровья населения и улучшения экономической эффективности молочной отрасли Республики Беларусь за счет увеличения закупочных цен на молоко A2.

Conclusion. The genealogical structure in the herd of bull-producing cows in the State Enterprise "Zhodinoagroplemelita" and JSC "Gorodeya" and breeding bulls of the RUEAE "Minsk Pedigree Breeding Enterprise" has been formed, considering the β -casein genotypes. It was found that the preferable A2A2 β -casein genotype, on both farms and at the enterprise, has the animals of all six planned genealogical complexes that make up the structure of the Holstein cattle dairy breed.

The use of breeding bulls with the preferable A2A2 β -casein genotype on bull-producing cows with a similar genotype will allow obtaining replacement bulls of the desired origin for the in-line selection and acceleration of the process of developing breeding herds with the desired genotype.

Ultimately, this will provide the milk processing industry with safe and healthy raw materials, benefi-

cial for the economic efficiency of the dairy industry in the Republic of Belarus due to increasing the purchase prices for A2 milk.

Список литературы. 1. A Naturally Occurring Opioid Peptide from Cow's Milk, Beta-Casomorphine-7, Is a Direct Histamine Releaser in Man / M. Kurek [et al] // *Int Arch Allergy Immunol.* – 1992. – Vol. 97. – P. 115–120. 2. Type I (insulin-dependent) diabetes mellitus and cow milk: casein variant consumption / R. B. Elliott [et al] // *Diabetologia* – 1999. – Vol.42. – P. 292–296. 3. Autistic children display elevated urine levels of bovine casomorphin-7 immunoreactivity / O. Sokolov [et al] // *Peptides.* – 2014. – Vol. 56. – P.68–71. 4. Sun Jianqin, Xu Leiming, Xia Lu, Gregory W. Yelland, Jiayi Ni and Andrew J. Clarke Effects of milk containing only A2 beta casein versus milk containing both A1 and A2 beta casein proteins on gastrointestinal physiology, symptoms of discomfort, and cognitive behavior of people with self-reported intolerance to traditional cows' milk [Electronic resource] / Sun Jianqin [et al] // *Nutrition Journal.* – 2016. – Vol.15, № 35. – <https://doi.org/10.1186/s12937-016-0147-z> 5. Protein fingerprinting and quantification of β -casein variants by ultraperformance liquid chromatography–high-resolution mass spectrometry / C. Fuerer [et al] // *J. Dairy Sci.* – 2020. – Vol. 103, № 2. – P. 1193–1207. 6. Ryman healthcare senior new zealander of the year 2020 finalists 27 Jan 2020 [Electronic resource]. – <https://nzawards.org.nz/news/ryman-senior-new-zealander-year-2020-finalists/> 7. Stringleman, H. A2 milk evidence is persuasive [Electronic resource] / H. Stringleman // *DAIRY.* – 26 July 2019. – <https://farmersweekly.co.nz/#> 8. Рокицкий, П. Ф. Биологическая статистика / П. Ф. Рокицкий. – Минск : Высшейшая школа, 1973. – 320 с.

References. 1. A Naturally Occurring Opioid Peptide from Cow's Milk, Beta-Casomorphine-7, Is a Direct Histamine Releaser in Man / M. Kurek [et al] // *Int Arch Allergy Immunol.* – 1992. – Vol. 97. – P. 115–120. 2. Type I (insulin-dependent) diabetes mellitus and cow milk: casein variant consumption / R. B. Elliott [et al] // *Diabetologia* – 1999. – Vol.42. – P. 292–296. 3. Autistic children display elevated urine levels of bovine casomorphin-7 immunoreactivity / O. Sokolov [et al] // *Peptides.* – 2014. – Vol. 56. – P.68–71. 4. Sun Jianqin, Xu Leiming, Xia Lu, Gregory W. Yelland, Jiayi Ni and Andrew J. Clarke Effects of milk containing only A2 beta casein versus milk containing both A1 and A2 beta casein proteins on gastrointestinal physiology, symptoms of discomfort, and cognitive behavior of people with self-reported intolerance to traditional cows' milk [Electronic resource] / Sun Jianqin [et al] // *Nutrition Journal.* – 2016. – Vol.15, № 35. – <https://doi.org/10.1186/s12937-016-0147-z> 5. Protein fingerprinting and quantification of β -casein variants by ultraperformance liquid chromatography–high-resolution mass spectrometry / C. Fuerer [et al] // *J. Dairy Sci.* – 2020. – Vol. 103, № 2. – P. 1193–1207. 6. Ryman healthcare senior new zealander of the year 2020 finalists 27 Jan 2020 [Electronic resource]. – <https://nzawards.org.nz/news/ryman-senior-new-zealander-year-2020-finalists/> 7. Stringleman, H. A2 milk evidence is persuasive [Electronic resource] / H. Stringleman // *DAIRY.* – 26 July 2019. – <https://farmersweekly.co.nz/#> 8. Rokitskii, P. F. *Biologicheskaya statistika* / P. F. Rokitskii. – Minsk : Vysheishaiia shkola, 1973. – 320 s.

Поступила в редакцию 06.04.2023.

DOI 10.52368/2078-0109-2023-59-2-124-129
 УДК 595.421(476.5)+595.771:591.531.211(476.4)

**КРОВОСОСУЩИЕ ЧЛЕНИСТОНОГИЕ (ACARI: IXODIDAE; DIPTERA: CULICIDAE, SIMULIIDAE)
 В НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТАХ РАЗЛИЧНОЙ КАТЕГОРИИ
 НА ТЕРРИТОРИИ МОГИЛЕВСКОЙ ОБЛАСТИ БЕЛАРУСИ**

**Бычкова Е.И. ORCID ID 0000-0003-3760-3385, Якович М.М. ORCID ID 0000-0002-6296-8821,
 Сусло Д.С. ORCID ID 0000-0002-5436-2504, Довнар Д.В. ORCID ID 0000-0003-4806-3919**
 Государственное научно-производственное объединение «Научно-практический центр Национальной
 академии наук Беларуси по биоресурсам», г. Минск, Республика Беларусь

Приводятся данные о видовом разнообразии кровососущих членистоногих в населенных пунктах различной категории Могилевской области Беларуси. Всего обнаружено 2 вида иксодовых клещей – *Ixodes ricinus* и *Dermacentor reticulatus*; 18 видов кровососущих комаров из 3 родов (*Aedes*, *Anopheles*, *Coquillettidia*) и 5 видов мошек из 3 подродов рода *Simulium*. Средняя относительная численность иксодовых клещей составила $12,3 \pm 2,9$ экз. на флажок/км, имаго кровососущих комаров – $31,8 \pm 9,5$ экз./учет, личинок – $26,0 \pm 9,4$ экз./м², преимагинальных стадий мошек – $47,7 \pm 13,6$ экз./дм². **Ключевые слова:** *Ixodidae*, *Culicidae*, *Simuliidae*, видовое разнообразие, населенный пункт, численность.

**BLOOD-SUCKING ARTHROPODS (ACARI: IXODIDAE; DIPTERA: CULICIDAE, SIMULIIDAE)
 IN THE SETTLEMENTS OF VARIOUS TYPES
 IN THE TERRITORY OF THE MOGILEV REGION OF BELARUS**

Bychkova E.I., Yakovich M.M., Suslo D.S., Dovnar D.V.
 State Scientific and Production Association "The Scientific and Practical Center for Bioresources",
 Minsk, Republic of Belarus

The article presents data on the species diversity of blood-sucking arthropods in settlements of various types of the Mogilev region of Belarus. A total of 2 species of *Ixodidae* – *Ixodes ricinus* and *Dermacentor reticulatus* has been found; 18 species of mosquitoes from 3 genera (*Aedes*, *Anopheles*, *Coquillettidia*) and 5 black fly species from 3 subgenera of genera *Simulium* have been found. The abundance of *Ixodidae* ticks averaged 12.3 ± 2.9 per flag/km, adult mosquitoes – 31.8 ± 9.5 ind. per sampling, larvae – 26.0 ± 9.4 ind. per square meter, immature black flies – 47.7 ± 13.6 ind. per square decimeter. **Keywords:** *Ixodidae*, *Culicidae*, *Simuliidae*, species diversity, settlement, abundance.

Введение. Возникновение очагов инфекционных и инвазионных заболеваний на территории городов и населенных пунктов представляет особую опасность. Люди подвергаются нападению кровососущих членистоногих не только за городом (в лесу, на дачах и пр.), а непосредственно в городской черте. На территории современных городов актуальна роль как иксодовых клещей (переносчиков вируса клещевого энцефалита (КВЭ), возбудителей бабезиоза (пироплазмоза) собак, иксодовых клещевых боррелиозов (ИКБ) и др.), так и кровососущих комаров и мошек.

Могилевская область – самый восточный регион Беларуси, граничащий с Российской Федерацией. Ее областной центр (г. Могилев) среди других областных центров республики занимает третье место по количеству жителей. Ежегодно по поводу присасывания клещей в организации здравоохранения области обращается около 4000 человек, каждый третий пострадавший – ребенок. Среди инфекций, передающихся иксодовыми клещами, для территории Могилевской области наиболее актуальными являются КВЭ и болезнь Лайма (БЛ), или иксодовый клещевой боррелиоз. Среднемноголетняя заболеваемость КВЭ по области за последние 10 лет (2013–2022 гг.) составляет 0,21 на 100 тыс. населения, БЛ – 16,8 на 100 тыс. населения, что не превышает средние показатели заболеваемости по республике (КВЭ – 1,4 на 100 тыс. населения, БЛ – 17,3 на 100 тыс. населения) [1, 2, 3, 4]. Анализ заболеваемости населения области БЛ показал, что за последние пять лет (2018–2022 гг.) она увеличилась в 2,4 раза по сравнению с периодом 2013–2017 гг. – с 9,9 на 100 тыс. населения до 23,7 на 100 тыс. населения. В то время как уровень заболеваемости КВЭ снизился. Средний показатель заболеваемости КВЭ в 2013–2017 гг. составлял 0,26 на 100 тыс. населения, но в 2018–2022 гг. снизился до 0,17.

Помимо этого, в регионе ежегодно регистрируются обращения граждан в учреждения здравоохранения по поводу аллергических реакций, вызванных укусами членистоногих. Литературные данные свидетельствуют о том, что от 5 до 25% населения имеют выраженные аллергические реакции на укусы насекомых и, в том числе, на укусы кровососущих комаров и мошек [1, 5].

В связи с вышеизложенным, **целью** данного исследования являлось изучение видового разнообразия и распространения кровососущих членистоногих (иксодовых клещей, кровососущих комаров и мошек) в населенных пунктах различной категории на территории Могилевской области Беларуси.

Материалы и методы исследований. Исследования по изучению видового разнообразия и распространения кровососущих членистоногих проведены в 2022 году на территориях ландшафтно-рекреационных зон населенных пунктов различных категорий Могилевской области Республики Беларусь. Для проведения исследований были выбраны: город областного подчинения (г. Могилев), город районного подчинения (г. Быхов) и сельский населенный пункт (д. Любуж). Места стационарных исследований: г. Могилев – городской парк культуры и отдыха Подниколье, Печерский лесопарк, городской лесопарк на юго-восточной окраине города, заказник местного значения «Печерский»; г. Быхов – дендрологический парк в границах улиц Советская и Богдановича, зона отдыха «Искусственный пруд», лесной массив в окрестностях бывшего Быховского военного аэродрома; д. Любуж – Любужский лесопарк, расположенный вокруг деревни.

Отлов кровососущих комаров осуществляли согласно общепринятым методикам [6]. Для сбора личинок использовали стандартный водный сачок (с закругленно-конической формой, диаметром – 20 см, глубиной – 35 см, длиной ручки – 1 м, материал – марля в два слоя). Полупогруженным сачком проводили вдоль поверхности воды на протяжении 2-3 м, затем сачок поворачивали на 180°, погружая на глубину 10-15 см, и проводили обратно по линии первого отлова. Сбор преимагинальных стадий кровососущих комаров осуществлялся в водоемах естественного и искусственного происхождения с различной степенью затененности. Для учета нападающих комаров использовали энтомологический сачок (диаметр 30 см, глубина 70 см) со съемными мешочками. Имаго отлавливали на уровне груди и колен горизонтальными движениями вправо-влево с секундными перерывами. Сбор всех подлетающих к учетчику комаров проводили в трех повторностях по 5 мин.

Учеты численности половозрелых иксодовых клещей проводили путем сбора на флаг из вафельной ткани размером 60 × 100 см. Передний край флага зашивали в виде кармана, в который вставляли легкое древко. Длину древка подбирали по росту учетчика. Поперек флага в 30 см друг от друга и от краев зашивали 2 складки, препятствующие сворачиванию ткани при учете. Флаг вели по траве параллельно ходу учетчика. Пройденное расстояние определяли путем подсчета заранее вымеренных шагов. Регистрацию числа клещей, пойманных на орудие лова, вели по 25-метровым отрезкам. Протяженность маршрута составляла 1 км (флаго/км) [7]. Фиксацию имаго иксодовых клещей проводили в 70%-ном этиловом спирте.

Сбор преимагинальных стадий мошек происходил в р. Дубровенка в г. Могилеве и р. Мокрянка в г. Быхове, по гидрографическим показателям данные водотоки относятся к категории малых рек. Сбор личинок и куколок проводился вручную при осмотре изъятых из водотоков субстрата (камни, погружная растительность, антропогенный мусор и т.д.). Собранных насекомых фиксировали в 70%-ном этиловом спирте. Плотность водных стадий условно рассчитывали по количеству особей на проективную поверхность с пересчетом на 1 дм² субстрата [8].

Для оценки видового разнообразия и обилия использовали общепринятые индексы: ИВ – индекс встречаемости в %, ИД – индекс доминирования в %, K_j – индекс сходства видового состава (коэффициент Жаккара), H' – индекс разнообразия Шенонна-Уивера. Проверку данных на нормальность распределения проводили с помощью теста хи-квадрат (χ^2). Для оценки различий между выборками при нормальном распределении использовали дисперсионный анализ (ANOVA), попарные апостериорные сравнения производили с помощью критерия Тьюки или, в случае несоответствия данных закону нормального распределения, непараметрического критерия Краскела-Уоллиса (Kruskal-Wallis H-test), попарные апостериорные сравнения производили с помощью критерия Манна-Уитни. В качестве описательных статистик для количественных показателей посчитаны средние ± ошибка среднего. Различия признавали статистически значимыми на уровне $p < 0,05$ [9]. Объем собранного материала: 258 экз. иксодовых клещей (имаго), 1508 экз. кровососущих комаров (личинки и имаго), 286 экз. мошек (личинки и куколки).

Результаты исследований. В результате проведенных исследований на территории Могилевской области в населенных пунктах различной категории при учетах с растительности зарегистрировано 2 вида иксодовых клещей – *Ixodes ricinus* (Linnaeus, 1758) и *Dermacentor reticulatus* Fabricius, 1794. *I. ricinus* регистрировался во всех населенных пунктах во всех сборах, составляя 82,9% от общего количества собранных клещей. Средняя относительная численность имаго иксодид составляла $12,3 \pm 2,9$ экз. на флаго/км. Наименьшее значение данного показателя отмечено на территории города областного подчинения ($10,5 \pm 2,9$ экз. на флаго/км), на территории города районного подчинения – немного выше ($12,8 \pm 1,6$ экз. на флаго/км), в то время как в природных биотопах сельского населенного пункта – выше более чем 1,8 раза ($19,5 \pm 3,5$ экз. на флаго/км) (рисунок 1). На территории города районного подчинения в учетах на флаг отмечены нимфальные стадии иксодид.

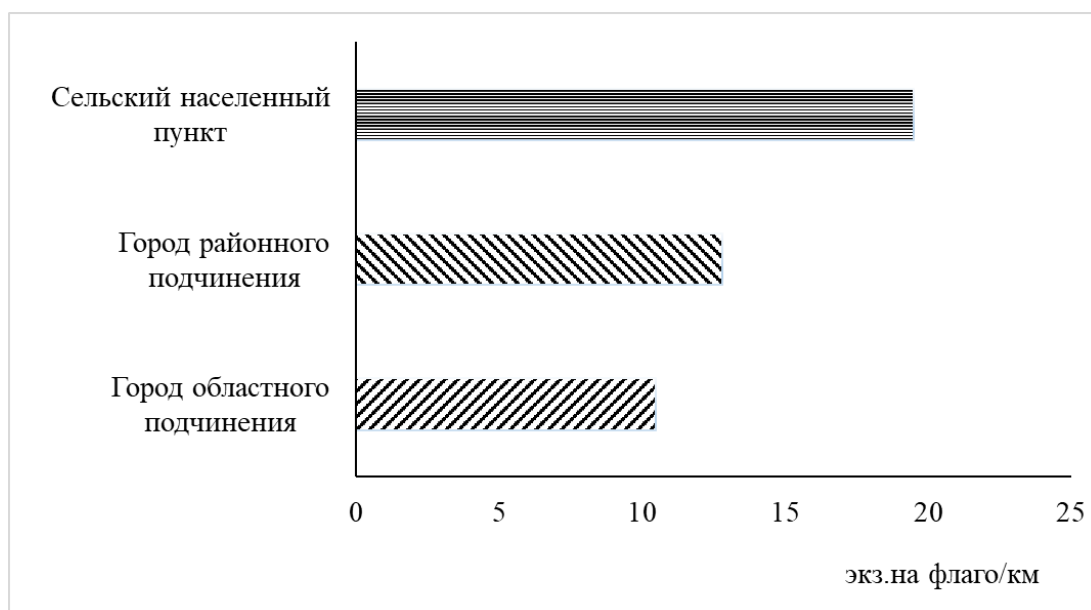


Рисунок 1 – Относительная численность имаго иксодовых клещей в населенных пунктах различной категории Могилевской области

При проведении исследований выявлено 18 видов кровососущих комаров, принадлежащих к 3 родам. По числу видов преобладал род *Aedes* (Meigen, 1818) – 15 (или 83,3% от общего числа), 2 видами (11,1%) представлен род *Anopheles* (Meigen, 1818), и 1 видом (5,6%) – род *Coquillettidia* (Dyar, 1905). Впервые для данной территории на стадии имаго отмечены *Anopheles plumbeus* (Stephens, 1828) и *Aedes geniculatus* (Olivier, 1791).

На стадии имаго обнаружено 17 видов, относящихся к 3 родам (род *Aedes* – 15 видов, род *Anopheles* – 1, род *Coquillettidia* – 1 вид). По численности доминировали 3 вида – *Aedes sticticus* (Meigen, 1838) (ИД 48,1), *A. cantans* (Meigen, 1818) (ИД 18,3) и *A. cataphylla* (Dyar, 1916) (ИД 10,4). В группу субдоминантов вошли 6 – *Aedes euedes* (Howard, Dyar et Knab, 1913) (ИД 5,0), *A. cinereus* (Meigen, 1818) (ИД 4,1), *A. communis* (De Geer, 1776) (ИД 2,9), *A. intrudens* (Dyar, 1919) (ИД 2,9), *A. punctator* (Kirby, 1837) (ИД 2,2) и *A. riparius* (Dyar et Knab, 1907) (ИД 2,5). На долю малочисленных и редких видов (8) пришлось 3,6% от общего числа особей – *Aedes annulipes* (Meigen, 1830) (ИД 1,1), *A. vexans* (Meigen, 1830) (ИД 0,9), *A. geniculatus* (ИД 0,4), *A. excrucians* (Walker, 1856) (ИД 0,1), *A. leucomelas* (Meigen, 1804) (ИД 0,1), *A. rossicus* (Dolbeshkin, Gorickaja et Mitrofanova, 1930) (ИД 0,1), *Coquillettidia richiardii* (Ficalbi, 1889) (ИД 0,7) и *Anopheles plumbeus* (ИД 0,1).

На территории города областного подчинения (г. Могилев) на стадии имаго отмечено 16 видов из 3 родов (*Aedes*, *Anopheles* и *Coquillettidia*), города районного подчинения (г. Быхов) – 14 видов из 2 родов (*Aedes* и *Coquillettidia*), сельского населенного пункта – 13 видов из 2 родов (*Aedes* и *Anopheles*). Значимых различий в видовом богатстве кровососущих комаров ($H = 1,87$; $p = 0,39$) исследуемых населенных пунктов не установлено. В то же время выявлены значимые различия среднесезонного показателя численности (ANOVA, $F = 5,5$, $p = 0,006$) в зависимости от категории населенного пункта. На территории сельского населенного пункта относительная численность имаго была в 1,6 раза выше, чем на территории городов областного и районного подчинения. Средний показатель численности имаго кровососущих комаров на территории области составил $31,8 \pm 9,5$ экз./учет (рисунок 2).

На личиночной стадии развития выявлено 7 видов из 2 родов (*Aedes* и *Anopheles*), из них доминантами являлись *Aedes cinereus* (ИД 60,5), *A. rossicus* (ИД 20,2) и *A. cantans* (ИД 8,5); субдоминантами – *Aedes euedes* (ИД 4,7) и *Anopheles claviger* (Meigen, 1804) (ИД 3,9); малочисленными – *Aedes annulipes* (ИД 1,6) и *A. cataphylla* (ИД 0,8). Средний показатель численности личинок составил $26,0 \pm 9,4$ экз./м².

На территории города областного подчинения отмечен выплод *Aedes cinereus*, *A. rossicus*, *A. annulipes* и *Anopheles claviger*, города районного подчинения – *Aedes cantans*, *A. cinereus*, *A. euedes* и *A. cataphylla*.

Показатель видового разнообразия кровососущих комаров исследуемых населенных пунктов равнялся 2,4 (город областного подчинения) и 2,5 (город районного подчинения и сельский населенный пункт). Наиболее сходной оказалась фауна города областного подчинения и сельского населенного пункта ($Kj = 71,0\%$).

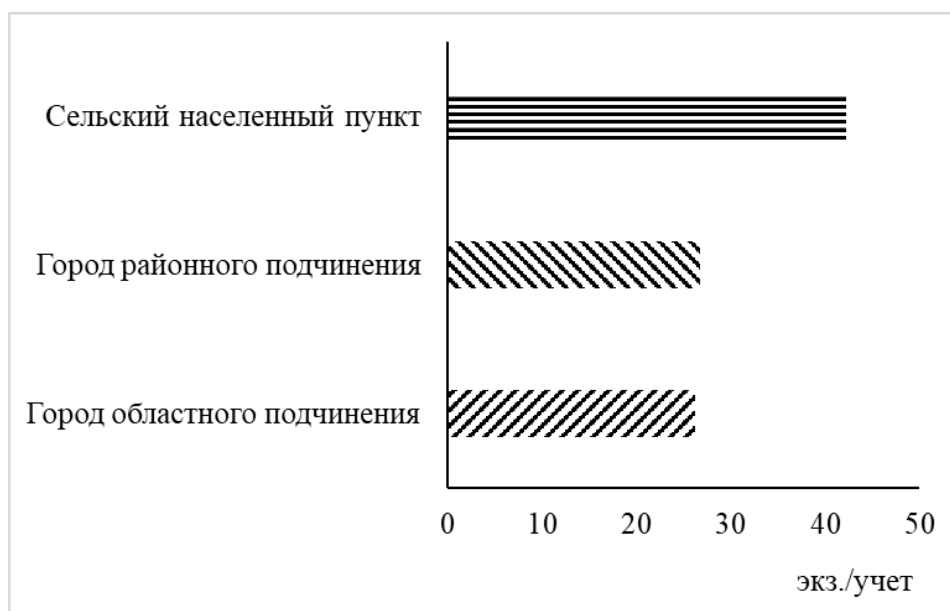


Рисунок 2 – Относительная численность кровососущих комаров в населенных пунктах различной категории Могилевской области

В обследованных водотоках обнаружены мошки 5 видов, относящиеся к 3 под родам 1 рода *Simulium* (Latreille, 1802) (согласно классификации P. Adler [10]): *S. (Boophthora) erythrocephalum* (De Geer, 1776), *S. (Nevermannia) angustitarse* (Lundström, 1911), *S. (Simulium) noelleri* (Friederichs, 1920), *S. (S.) ornatum* (Meigen, 1818) и *S. (S.) morsitans* (Edwards, 1915). По численности в сборах преобладали *S. (B.) erythrocephalum* (ИД 53,8) и *S. (S.) noelleri* (ИД 28,0). Среднесезонный показатель численности преимагинальных стадий мошек в водотоках составил $47,7 \pm 13,6$ экз./дм².

На территории города областного подчинения (г. Могилев) обнаружено 3 вида мошек: *S. (B.) erythrocephalum*, *S. (S.) noelleri* и *S. (S.) ornatum*, плотность которых составляла в среднем $57,7 \pm 12,7$ экз./дм² (рисунок 3). Преобладающими по численности и встречаемости являлись *S. (B.) erythrocephalum* (ИД 51,4; ИВ 66,7) и *S. (S.) noelleri* (ИД 46,2; ИВ 66,7).

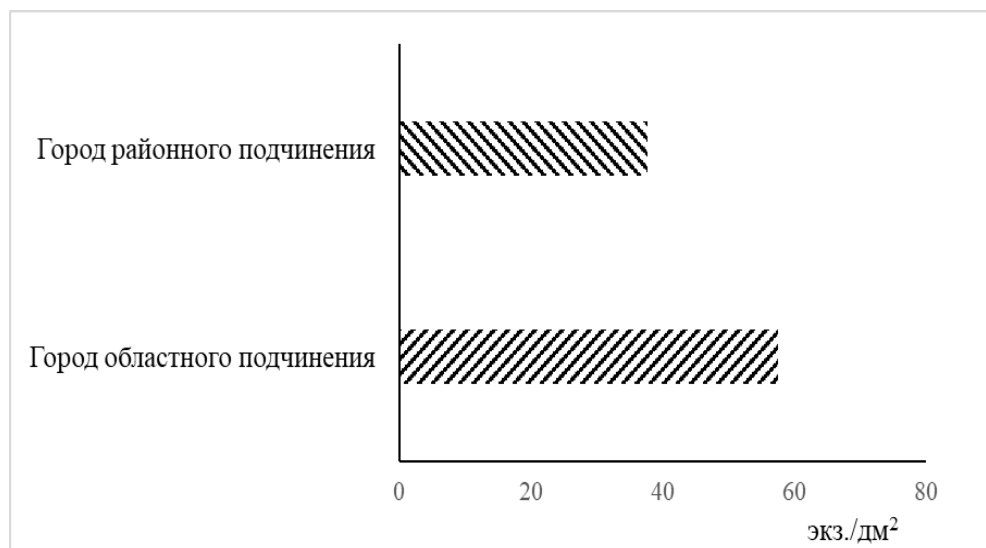


Рисунок 3 – Относительная численность мошек в населенных пунктах различной категории Могилевской области

На территории города районного подчинения (г. Быхов) выявлено 4 вида мошек – *S. (B.) erythrocephalum*, *S. (S.) ornatum*, *S. (S.) morsitans* и *S. (N.) angustitarse*. Плотность составила $37,6 \pm 14,5$ экз./дм² (рисунок 3). По численности доминировали *S. (B.) erythrocephalum* (ИД 57,6), *S. (N.) angustitarse* (ИД 19,5) и *S. (S.) morsitans* (ИД 16,8), а по встречаемости – *S. (B.) erythrocephalum* (ИВ 100,0).

Расчеты индекса Шеннона-Уивера продемонстрировали низкое видовое разнообразие мошек для всех водотоков ($H' = 0,8 - 1,1$).

Заключение. Таким образом, на территории Могилевской области в населенных пунктах различной категории зарегистрировано 2 вида иксодовых клещей – *Ixodes ricinus* и *Dermacentor reticulatus*. Средняя относительная численность имаго иксодид составила $12,33 \pm 2,98$ экз. на флажок/км. На территории города областного подчинения данный показатель был более чем в 1,8 раза ниже, чем на территории сельского населенного пункта. Следует отметить, что на территории города районного подчинения в учетах на флажок с растительности отмечены нимфальные стадии иксодид, что говорит о высокой численности клещей.

Установлено обитание 18 видов кровососущих комаров, принадлежащих к 3 родам. По числу видов преобладал род *Aedes* (15 видов). Впервые для данной территории отмечены *Anopheles plumbeus* и *Aedes geniculatus*. Наиболее сходной оказалась фауна города областного подчинения и сельского населенного пункта ($Kj = 71,0\%$).

В водотоках выявлено обитание 5 видов мошек из 3 подродов рода *Simulium*. В целом для исследованных водотоков характерны обедненный видовой состав мошек ($H' = 0,8-1,1$) и низкие количественные показатели ($47,7 \pm 13,6$ экз./дм²).

Таким образом, антропогенное влияние на территории, граничащие с городом, приводит к увеличению количества пострадавших от укусов кровососущих членистоногих, что увеличивает эпидемические риски по трансмиссивным инфекциям и инвазиям.

Conclusion. Thus, 2 species of ticks - *Ixodes ricinus* and *Dermacentor reticulatus* were registered in the settlements of various types in the territory of the Mogilev region of Belarus. The average relative abundance of ixodid adults was 12.33 ± 2.98 ind. per flag/km. In the urban territory of regional subordination, the reduction in the number of ixodid ticks was more than 1.8 times compared to the rural area. It should be marked that in the urban territory of the district subordination in flag calculation for vegetation the nymphal stages of ixodids were noted, this indicates a high number of ticks.

A total of 18 mosquito species of 3 genera were found to inhabit the study area. The most dominant genus *Aedes* includes 15 species. *Anopheles plumbeus* and *Aedes geniculatus* were established for the first time in this territory. The mosquito fauna of the urban territory of regional subordination and the rural settlement is the most similar ($Kj = 71.0\%$).

In the analyzed watercourses, 5 black fly species from 3 subgenera of the genus *Simulium* were found. In general, the studied watercourses are characterized by a poor black fly species composition ($H' = 0.8 - 1.1$) and low abundance (47.7 ± 13.6 ind./dm²).

Thus, an anthropogenic impact on the territories adjacent to urban areas leads to an increase in the number of victims of blood-sucking arthropods' bites, which increases the epidemic risks of transmissible infections and invasions.

Список литературы. 1. Энтомологический надзор за акаро-энтомофауной, имеющей медицинское значение в Республике Беларусь : информационно-аналитический бюллетень / ГУ «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья». – Минск : ГУ «РЦГЭиОЗ», 2013–2019. 2. Доклад «О санитарно-эпидемиологической обстановке в Республике Беларусь в 2021 году» / Министерство здравоохранения РБ ; под ред. зам. Гл. гос. санитарного врача РБ А. А. Тарасенко. – Минск, 2022. – 136 с. 3. Здоровье населения и окружающая среда: мониторинг достижения Целей устойчивого развития на территории Могилевской области в 2021 году : информационно-аналитический бюллетень / МЗ РБ, УЗ «Могилевский областной центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья». – Могилев, 2022. – 134 с. 4. Профилактика клещевого энцефалита [Электронный ресурс] / УЗ «Могилевский зональный центр гигиены и эпидемиологии». – Режим доступа : <https://uzmzcg.by/files/news/infoepid/25102022.pdf>. – Дата доступа : 27.03.2023. 5. Risk of Attacks by Blackflies (Diptera: Simuliidae) and Occurrence of Severe Skin Symptoms in Bitten Patients along the Eastern Border of the European Union / M. Sitarz [et al.] // Int. J. Environ. Res. Public Health. – 2022. – Vol. 19. – Art. 7610. – <https://doi.org/10.3390/ijerph19137610>. 6. Трухан, М. Н. Методы сбора и учета кровососущих двукрылых насекомых / М. Н. Трухан, Н. В. Терешкина, В. М. Каплуч. – Минск : БелНИИИТИ, 1991. – 36 с. 7. Филиппова, Н. А. Таежный клещ *Ixodes persulcatus* Schulze (Acarina, Ixodidae): морфология, систематика, экология, медицинское значение / Н. А. Филиппова. – Ленинград : Наука, 1985. – 416 с. 8. Янковский, А. В. Определитель мошек (Diptera, Simuliidae) России и сопредельных территорий (бывшего СССР) / А. В. Янковский. – СПб. : ЗИН РАН, 2002. – 570 с. 9. Методы экологических исследований. Основы статистической обработки данных : учебно-методическое пособие / Р. М. Городгичев [и др.]. – Якутск : СВФУ, 2019. – 94 с. 10. Adler, P. H. World black flies (Diptera: Simuliidae) : a comprehensive revision of the taxonomic and geographical inventory [2022] / P. H. Adler. – New York : Cornell Univ. Press, 2022. – 145 p.

References. 1. Entomologicheskii nadzor za akaro-entomofaunoi, imeiushchei meditsinskoe znachenie v Respublike Belarus : informatsionno-analiticheskii biulleten / GU «Respublikanskii tsentr gigieny, epidemiologii i obshchestvennogo zdorovia». – Minsk : GU «RTsGEiOZ», 2013–2019. 2. Doklad «O sanitarno-epidemiologicheskoi obstanovke v Respublike Belarus v 2021 godu» / Ministerstvo zdravookhraneniia RB ; pod red. zam. Gl. gos. sanitarnogo vracha RB A. A. Tarasenko. – Minsk, 2022. – 136 s. 3. Zdorove naseleniia i okruzhaiushchaia sreda: monitoring dostizheniia Tselei ustoichivogo razvitiia na territorii Mogilevskoi oblasti v 2021 godu : informatsionno-analiticheskii biulleten / MZ RB, UZ «Mogilevskii oblastnoi tsentr gigieny, epi-emiologii i obshchestvennogo zdorovia». – Mogilev, 2022. –

134 s. 4. *Profilaktika kleshchevogo entsefalita [Elektronnyi resurs] / UZ «Mogilevskii zonalnyi tsentr gigieny i epidemiologii»*. – Rezhim dostupa : <https://uzmzcg.by/files/news/infoepid/25102022.pdf>. – Data dostupa : 27.03.2023.

5. Risk of Attacks by Blackflies (Diptera: Simuliidae) and Occurrence of Severe Skin Symptoms in Bitten Patients along the Eastern Border of the European Union / M. Sitarz [et al.] // *Int. J. Environ. Res. Public Health*. – 2022. – Vol. 19. – Art. 7610. <https://doi.org/10.3390/ijerph19137610>.

6. Truhan, M. N. *Metody sbora i ucheta krovososushchih dvukrylykh nasekomykh* / M. N. Truhan, N. V. Tereshkina, V. M. Kaplich. – Minsk, BelNIINTI, 1991. – 36 s.

7. Filippova, N. A. *Taezhnyi kleshch Ixodes persulcatus Schulze (Acarina, Ixodidae): Morfologiya, sistematika, ekologiya, medicinskoe znachenie* / N. A. Filippova. – Leningrad : Nauka, 1985. – 416 s.

8. Yankovskii, A. V. *Opredelitel' moshek (Diptera, Simuliidae) Rossii i sopredel'nykh territorii (byvshego SSSR)* / A. V. Yankovskii. – SPb. : ZIN RAN, 2002. – 570 s.

9. *Metody ekologicheskikh issledovaniy. Osnovy statisticheskoi obrabotki dannykh : uchebn.-metod. posobie* / R. M. Gorodgichev [i dr.]. – Yakutsk : SVFU, 2019. – 94 s.

10. Adler, P. H. *World black flies (Diptera: Simuliidae) : a comprehensive revision of the taxonomic and geographical inventory [2022]* / P. H. Adler. – New York : Cornell Univ. Press, 2022. – 145 p.

Поступила в редакцию 11.04.2023.

DOI 10.52368/2078-0109-2023-59-2-129-133
УДК 619:618.19-002:636.2

ПОКАЗАТЕЛИ НЕСПЕЦИФИЧЕСКОЙ РЕЗИСТЕНТНОСТИ МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ КЛИНИЧЕСКИ ЗДОРОВЫХ И БОЛЬНЫХ МАСТИТОМ КОРОВ

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

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

Основную роль в развитии воспалительного процесса в молочной железе, независимо от действия технологических факторов, играют изменения во взаимодействии систем неспецифической резистентности данного органа и патогенной микрофлоры окружающей среды.

В статье показаны результаты изучения показателей неспецифической резистентности молочной железы лактирующих коров при заболевании субклиническим и клинически выраженным катаральным маститом. В ходе исследований установлено, что уже при заболевании коров субклиническим маститом в молочной железе возникает сильная воспалительная реакция. Об этом свидетельствует значительное повышение в ее секрете количества соматических клеток в 20,2 раза в сравнении со здоровыми животными, увеличение количества нейтрофилов при снижении моноцитов и лимфоцитов на фоне активизации защитной функции молочной железы, что проявлялось увеличением содержания лизоцима на 36,2%, общих иммуноглобулинов – в 82,7% раза. Заболевание коров катаральным маститом характеризовалось усилением воспалительного процесса в вымени на фоне повышения антигенной нагрузки и угнетения общей неспецифической резистентности молочной железы, что проявлялось более высоким содержанием количества соматических клеток в секрете вымени в 26,3 в сравнении со здоровыми животными, увеличением концентрации нейтрофилов в 2,5 раза при снижении моноцитов и лимфоцитов, а также снижении содержания в секрете молочной железы лизоцима на 19,8%, общих иммуноглобулинов – на 50,0%, возрастанием циркулирующих иммунных комплексов в 2,3 раза.

Вместе с этим у больных маститом коров возрастает микробная контаминация молока в 12,7 и 43,7 раза при субклиническом и катаральном мастите соответственно в сравнении со здоровыми животными.

Ключевые слова: мастит, молочная железа, секрет вымени, неспецифическая резистентность.

INDICATORS OF NONSPECIFIC RESISTANCE OF THE MAMMARY GLAND IN CLINICALLY HEALTHY COWS AND COWS WITH MASTITIS

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

The main role in the development of inflammatory process in the mammary gland, regardless of the action of technological factors, is played by changes in the interaction of systems of nonspecific resistance of this organ and pathogenic microflora of the environment.

The article shows the results of study on the indicators of nonspecific resistance of the mammary gland of lactating cows with subclinical and clinically pronounced catarrhal mastitis. In the course of research, it has been found that even at the initial stage of subclinical mastitis in cows, a strong inflammatory reaction occurs in the mammary gland. This is evidenced by a significant increase in the number of somatic cells in its secretion by 20.2 times, in comparison with healthy animals, an increase in the number of neutrophils, with a decrease in monocytes and lymphocytes against the background of activation of the mammary gland protective function, which has been manifested by an increase in the content of lysozyme – by 36.2%, total immunoglobulins – by 82.7% times. The set up of catarrhal mastitis in cows was characterized by an increase in the inflammatory process in the udder against the background of an in-

crease in antigenic load and suppression of the general nonspecific resistance of the mammary gland, which was manifested by a higher content of somatic cells in the udder secretion of 26.3, in comparison with healthy animals, an increase in the concentration of neutrophils by 2.5 times, with a decrease in monocytes and lymphocytes, as well as a decrease in the content of lysozyme in the secretion of the mammary gland by 19.8%, total immunoglobulins – by 50.0%, an increase in circulating immune complexes – by 2.3 times.

At the same time, in cows with mastitis, microbial contamination of milk in case of subclinical and catarrhal mastitis increases by 12.7 and 43.7 times, respectively, in comparison with healthy animals. **Keywords:** mastitis, mammary gland, udder secretion, nonspecific resistance.

Введение. Эффективное ведение молочного скотоводства неразрывно связано с получением молока высокого санитарного качества. Воспаление молочной железы – мастит – является основной причиной снижения удоев, санитарных и технологических качеств молока, преждевременной выбраковки животных. Наибольшую хозяйственно-экономическую проблему представляет субклинический мастит, встречающийся в 3–7 раз чаще, чем клинически выраженный, при этом скрытое воспаление может сохраняться в течение 1-2 лактаций, при отсутствии своевременного и эффективного лечения [4, 5].

Одной из неотложных задач дальнейшего развития молочного скотоводства страны является повышение продуктивности маток и улучшение пищевых и санитарно-технологических качеств получаемого молока. Животные, перенесшие субклинический мастит, снижают удой за лактацию на 10–15%, наряду со снижением удоя изменяются и качественные характеристики молока [1].

Одним из маркеров возникновения воспаления в молочной железе является повышение в молоке количества соматических клеток. При этом число соматических клеток в секрете вымени при субклиническом и клиническом мастите возрастает соответственно в 2,6 и 6,4 раза, в альвеолярной порции секрета – до 2266 в 1 мм³ (850-5000), цистернальной – 2404 в 1 мм³ (1077-4800). Соматические клетки молока – это клетки эпителия молочной железы, клетки крови – лейкоциты, эритроциты, клетки плоского, цилиндрического и кубического эпителия, колостральные тельца. Количество лейкоцитов в молоке является важным объективным показателем состояния молочной железы. Количество их в норме колеблется в широких пределах от 10 до 50 тыс./мл, в альвеолярной порции секрета 342 клетки в 1 мм³, в цистернальной – 450 клеток (222-6220). Соотношение эпителиальных клеток к лейкоцитам в молоке здорового вымени составляет 60:40% [6, 7, 9].

Основную роль в развитии воспалительного процесса в молочной железе, независимо от действия технологических факторов, играют изменения во взаимодействии систем неспецифической резистентности данного органа и патогенной микрофлоры окружающей среды. Учеными установлено, что за неделю до заболевания коров маститом отмечается снижение бактерицидности кожи вымени в 1,5 раза и увеличение ее бактериальной обсемененности. Титр лизоцима М уменьшается в 1,4 раза только в день заболевания и только в пораженных долях. Показатели, отражающие состояние локальной естественной резистентности, могут служить маркером для выявления патологического состояния организма и молочной железы коров [8, 2].

Из вышеизложенного можно сделать вывод, что клетки секрета молочной железы характеризуют физиологические и патологические процессы, протекающие в ней. Сдвиги в клеточном составе секрета указывают на то, что клеточные факторы защиты молочной железы снижены и развивается воспаление в тканях молочной железы у коров. При воспалении морфологический состав секрета молочных желез коров изменяется, в нем увеличивается содержание нейтрофилов в 2 раза, малых и средних эпителиальных клеток, одновременно наблюдается снижение количества лимфоцитов и моноцитов [6].

В связи с этим остается актуальным вопрос изучения изменений клеточного состава и показателей неспецифической резистентности молочной железы при возникновении мастита у лактирующих коров.

Цель исследований. Изучить показатели неспецифической резистентности молочной железы клинически здоровых и больных маститом коров.

Материалы и методы исследований.

Для проведения исследований было сформировано три группы животных по 7 лактирующих коров в каждой. Группа №1 – клинически здоровые, группа №2 – больные субклиническим маститом и группа №3 – больные клинически выраженным катаральным маститом. От всех входящих в опыт животных отбирали секрет молочной железы для проведения цитологических иммунологических и микробиологических исследований.

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

Отбор проб молока (секрета вымени) у коров проводили согласно «Методическим указаниям по бактериологическому исследованию молока и секрета вымени коров» (М., 1983) [2]. Морфологический состав секрета определяли в мазках-отпечатках, которые готовили по методике определения клеточного состава секрета вымени коров. Количество соматических клеток определяли на счетчике соматических клеток фирмы De Laval. Бактериологические и иммунологические исследования секрета вымени проведены общепринятыми классическими методами согласно утвержденным методикам [3].

Результаты исследований. Установлено (таблица 1), что у коров, больных субклиническим маститом, возросло количество соматических клеток в секрете молочной железы в 20,2 раза в сравнении со здоровыми животными. В то же время при проведении цитологического анализа в секрете молочной железы данных животных установлено увеличение количества нейтрофилов в 2,4 раза ($P<0,001$) при снижении количества моноцитов на 54,5% ($P<0,001$), лимфоцитов – в 5,0 раз ($P<0,001$), что говорит о возникновении воспалительного процесса в молочной железе. Иммунологическими исследованиями было выявлено увеличение содержания лизоцима на 36,2% ($P<0,001$), общих иммуноглобулинов – на 82,7% ($P<0,01$), циркулирующих иммунных комплексов – на 17,7% ($P<0,01$), что свидетельствует об активации защитных функций молочной железы.

Следовательно, заболевание лактирующих коров субклиническим маститом сопровождается повышенной антигенной нагрузкой, возникновением воспалительной реакции в молочной железе на фоне активации ее защитных функций.

Таблица 1 – Цито-иммунологические показатели молока клинически здоровых и больных маститом коров

Показатели, ед. измерения	Клинически здоровые (n=8)	Больные субклиническим маститом (n=8)	Больные катаральным маститом (n=8)
Лизоцимы	0,987±0,01	1,344±0,01***	0,791±0,02**
Общие иммуногл., г/л	3,12±0,1	5,70±0,3***	1,56±0,4**
ЦИК г/л	0,096±0,001	0,113±0,004**	0,223±0,001***
СК, тыс/мл	0,165±0,004	3,540±0,3***	4,589±0,2***
Нейтрофилы, %	36,4±3,7	86,2±3,5***	91,5±2,5***
Моноциты, %	3,3±0,02	1,5±0,01***	2,0±0,01***
Лимфоциты, %	60,3±0,2	12,25±0,2***	6,5±0,02***

Примечания: * $P<0,05$, ** $P<0,01$, *** $P<0,001$ – степень достоверности в группах больных животных по отношению к клинически здоровым.

Заболевание коров катаральным маститом характеризовалось более значительным увеличением количества соматических клеток – в 26,3 раза ($P<0,001$) в сравнении со здоровыми животными. Иммунологическими исследованиями было установлено снижение содержания в секрете молочной железы лизоцима на 19,8% ($P<0,001$), общих иммуноглобулинов – на 50,0% ($P<0,001$), возрастание циркулирующих иммунных комплексов в 2,3 раза ($P<0,001$). Выявленные изменения иммунологических показателей говорят о снижении неспецифической резистентности молочной железы. Проведенными цитологическими исследованиями секрета молочной железы коров, больных катаральным маститом, установлено более выраженное увеличение концентрации нейтрофилов в 2,5 раза ($P<0,001$) при снижении моноцитов на 39,4% ($P<0,001$), лимфоцитов – в 9,2 раза ($P<0,001$), что говорит о более выраженном воспалительном процессе в молочной железе коров, больных катаральным маститом, на фоне сниженной неспецифической резистентности молочной железы.

Проведенными бактериологическими исследованиями секрета молочной железы от больных маститом коров установлено, что степень микробной контаминации молока коров, больных субклиническим маститом, составила 7,6 тыс. КОЕ/мл, что в 12,7 раза ($P<0,001$) больше, чем у клинически здоровых животных, а у коров, больных клинически выраженным катаральным маститом, общая бактериальная обсемененность молока составила 26,2 тыс. КОЕ/мл, что выше в 43,7 раза ($P<0,001$) в сравнении с клинически здоровыми животными.

В то же время бактериологическими исследованиями было установлено (таблица 2), что из молока клинически здоровых коров была выделена непатогенная и условно-патогенная микрофлора (*Staph. epidermidis* – в 85,7% случаев, в 57,1% случаев и *E. coli* – в 28,6%), данные культуры были выделены в различной ассоциации (*Staph. epidermidis*+*Ent. faecium* – в 42,7% и *Staph. epidermidis*+*E. coli* – в 28,6% случаев).

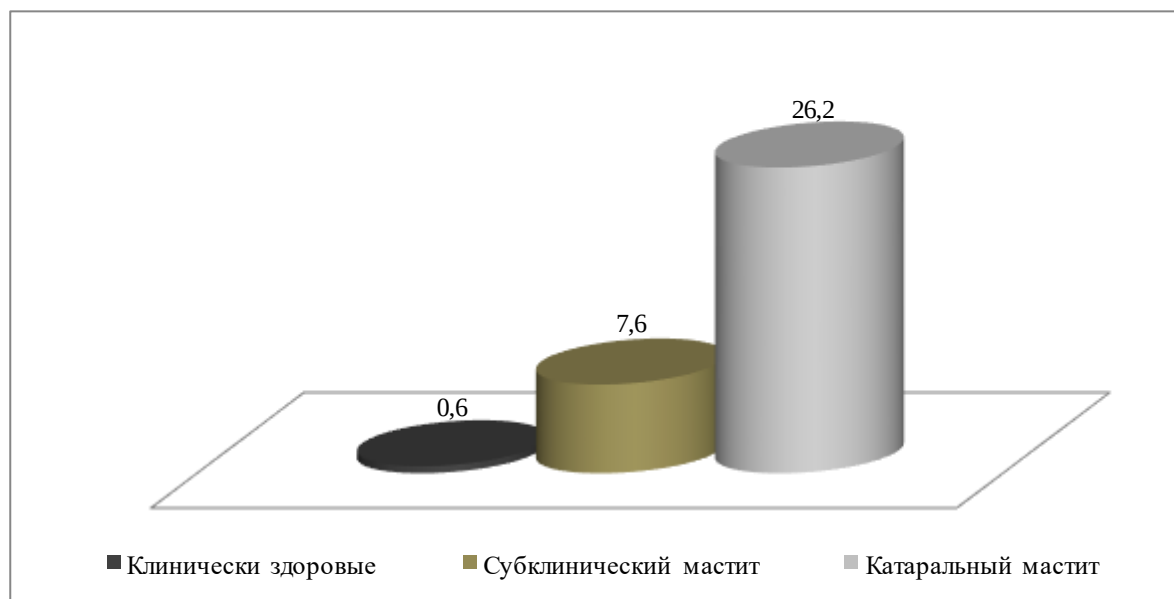


Рисунок 1 – Общая бактериальная обсемененность молока тыс. КОЕ/мл

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

Показатели	Частота встречаемости	
	Количество проб	%
Клинически здоровые (n=7)		
<i>Staph. epidermidis</i>	6	85,7
<i>Ent. faecium</i>	4	57,1
<i>E. coli</i>	2	28,6
Больные субклиническим маститом (n=7)		
<i>Staph. aureus</i>	3	42,8
<i>Staph. epidermidis</i>	6	85,7
<i>Ent. faecium</i>	5	71,4
<i>E. coli</i>	4	57,1
Больные катаральным маститом (n=7)		
<i>Staph. aureus</i>	5	71,4
<i>Staph. epidermidis</i>	2	28,6
<i>Str. agalactiae</i>	2	57,1
<i>Ent. faecium</i>	4	57,1
<i>E. coli</i>	4	57,1

Из секрета вымени коров, больных субклиническим маститом, были выделены патогенные культуры золотистого стафилококка в 42,8% и условно-патогенные культуры кишечной палочки в 57,1% случаев, а также их ассоциации с *Staph. epidermidis*, *Ent. faecium* в 14,3-57,1% случаев.

При исследовании секрета вымени, полученного от коров, больных катаральным маститом, были выделены возбудители инфекционного мастита, *Staph. aureus* – в 71,4% случаев, как монокультура, так и в различных ассоциациях с *Staph. epidermidis*, *Ent. faecium* и *E. coli*, также в 2 пробах (28,5%) был выделен *Str. agalactiae*, который является классическим возбудителем мастита у коров.

Заключение. Таким образом, проведенные исследования показали, что уже при заболевании лактирующих коров субклиническим маститом в молочной железе возникает сильная воспалительная реакция, о чем свидетельствует значительное повышение в ее секрете количества соматических клеток в 20,2 раза в сравнении со здоровыми животными, увеличение количества нейтрофилов – в 2,4 раза при снижении моноцитов на 54,5% и лимфоцитов – в 5,0 раз на фоне активизации защитной функции молочной железы, что проявлялось увеличением содержания лизоцима на 36,2%, общих иммуноглобулинов – на 82,7% при незначительном увеличении циркулирующих иммунных комплексов на 17,7%. Заболевание коров катаральным маститом характеризовалось усилением воспалительного процесса в вымени на фоне повышения антигенной нагрузки и угнетения общей неспецифической резистентности молочной железы, что проявлялось более высоким содержанием количества соматических клеток в секрете вымени в 26,3 в сравнении со здоровыми животными, увеличением концентрации нейтрофилов в 2,5 раза при снижении моноцитов на 39,4%, лимфоцитов – в

9,2 раза, а также снижении содержания в секрете молочной железы лизоцима на 19,8%, общих иммуноглобулинов – на 50,0%, возрастанием циркулирующих иммунных комплексов в 2,3 раза.

Вместе с этим у больных маститом коров возрастает микробная контаминация молока в 12,7 и 43,7 раза при субклиническом и катаральном мастите соответственно в сравнении со здоровыми животными. Видовой состав микрофлоры, выделенной из молока от больных маститом коров, был представлен патогенными и условно-патогенными микроорганизмами, такими как *Staph. aureus*, *Staph. epidermidis*, *Str. agalactiae*, *Ent. faecium*, *E. coli*.

Conclusion. Thus, the conducted studies have shown that even at the beginning of subclinical mastitis in lactating cows, a strong inflammatory reaction occurs in the mammary gland, as evidenced by a significant increase in the number of somatic cells in its secretion by 20.2 times, in comparison with healthy animals, an increase in the number of neutrophils – by 2.4 times, with a decrease in monocytes – by 54.5%, and lymphocytes – by 5.0 times against the background of activation of the mammary gland protective function, which was manifested by an increase in the content of lysozyme – by 36.2%, total immunoglobulins – by 82.7%, with a slight increase in circulating immune complexes – by 17.7%. At the beginning, the catarrhal mastitis in cows was characterized by an increase in the inflammatory process in the udder against the background of an increase in antigenic load and suppression of the general nonspecific resistance of the mammary gland, which was manifested by a higher content of somatic cells in the udder secretion by 26.3, in comparison with healthy animals, an increase in the concentration of neutrophils – by 2.5 times, with a decrease in monocytes – by 39.4%, lymphocytes – by 9.2 times, as well as a decrease in the content of lysozyme in the secretion of the mammary gland – by 19.8%, total immunoglobulins – by 50.0%, an increase in circulating immune complexes – by 2.3 times.

At the same time, in cows with mastitis, microbial contamination of milk in case of subclinical and catarrhal mastitis increases by 12.7 and 43.7 times, respectively, in comparison with healthy animals. The species composition of the microflora isolated from milk of cows with mastitis was represented by pathogenic and opportunistic microorganisms such as *Staph. aureus*, *Staph. epidermidis*, *Str. agalactiae*, *Ent. faecium*, *E. coli*.

Список литературы. 1. Микрофлора молока больных субклиническим маститом коров и овцематок и её антибиотикочувствительность / А. Ю. Алиев [и др.] // Ветеринарная патология. – 2019. – № 2. – С. 43–48. 2. Показатели секрета молочной железы клинически здоровых лактирующих коров при применении препарата «проаутовак» для профилактики мастита / В. И. Зимников [и др.] // Ученые записки Учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». – 2022. – Т. 58, вып. 3. – С. 34–38. – DOI 10.52368/2078-0109-2022-58-3-34-38. 3. Зимников, В. И. Показатели секрета молочной железы больных субклиническим маститом коров при применении интерферона-λ / В. И. Зимников, О. А. Манжурина, Е. В. Тюрина // Международный вестник ветеринарии. – 2022. – № 4. – С. 401–406. 4. Прогнозирование исхода субклинического мастита у лактирующих коров / Н. Т. // Ветеринарная патология. – 2018. – № 3. – С. 24–27. 5. Этиологические и патогенетические аспекты мастита у коров, методы и средства его профилактики и терапии / В. А. Париков [и др.] // Эколого-адаптационная стратегия здоровья и продуктивности животных в современных условиях: монография. – Воронеж, 2001. – С. 105–113. 6. Мещерякова, М. Ф. Клетки молока коров в зависимости от их физиологического состояния / М. Ф. Мещерякова, Г. Е. Аленичкина // Изучение патоморфологических и биохимических изменений в организме сельскохозяйственных животных: сб. трудов. – М., 1978. – Т. 100. – С. 46–47. 7. Павленко, О. Б. Морфология клеточного состава секрета молочных желез коров / О. Б. Павленко // Ветеринарная патология. – 2013. – № 2. – С. 40–42. 8. Актуальные проблемы терапии и профилактики мастита у коров / С. В. Шабунин [и др.] // Ветеринария. – 2011. – №12. – С. 3–6. 9. Frank, W. Der somatische Zellgehalt der Milch / W. Frank // Deutsche Milchwirtschaft. – 1981. – Aus.32, № 33. – S. 1226.

References. 1. Mikroflora moloka bolnykh subklinicheskim mastitom korov i ovtsamatok i ee antibiotikochuvstvitelnost / A. Yu. Aliev [i dr.] // Veterinarnaya patologiya. – 2019. – № 2. – S. 43–48. 2. Pokazateli sekreta molochnoi zhelezy klinicheski zdorovykh laktiruyushchikh korov pri primenenii preparata «proautovak» dlia profilaktiki mastita / V. I. Zimnikov [i dr.] // Uchenye zapiski Uchrezhdeniya obrazovaniia «Vitebskaia ordena «Znak Pocheta» gosudarstvennaia akademiia veterinarnoi meditsiny». – 2022. – T. 58, vyp. 3. – S. 34–38. – DOI 10.52368/2078-0109-2022-58-3-34-38. 3. Zimnikov, V. I. Pokazateli sekreta molochnoi zhelezy bolnykh subklinicheskim mastitom korov pri primenenii interferona-λ / V. I. Zimnikov, O. A. Manzhurina, E. V. Tiurina // Mezhdunarodnyi vestnik veterinarii. – 2022. – № 4. – S. 401–406. 4. Prognozirovaniye iskhoda subklinicheskogo mastita u laktiruyushchikh korov / N. T. // Veterinarnaya patologiya. – 2018. – № 3. – S. 24–27. 5. Etiologicheskie i patogeneticheskie aspekty mastita u korov, metody i sredstva ego profilaktiki i terapii / V. A. Parikov [i dr.] // Ekologo-adaptatsionnaya strategiya zdorovia i produktivnosti zhivotnykh v sovremennykh usloviyakh: monografiya. – Voronezh, 2001. – S. 105–113. 6. Meshcheriakova, M. F. Kletki moloka korov v zavisimosti ot ikh fiziologicheskogo sostoiianiia / M. F. Meshcheriakova, G. E. Alenichkina // Izucheniye patomorfologicheskikh i biokhimicheskikh izmenenii v organizme selskokhoziaistvennykh zhivotnykh : sb. trudov. – M., 1978. – T. 100. – S. 46–47. 7. Pavlenko, O. B. Morfologiya kletochnogo sostava sekreta molochnykh zhelez korov / O. B. Pavlenko // Veterinarnaya patologiya. – 2013. – № 2. – S. 40–42. 8. Aktualnye problemy terapii i profilaktiki mastita u korov / S. V. Shabunin [i dr.] // Veterinariya. – 2011. – №12. – S. 3–6. 9. Frank, W. Der somatische Zellgehalt der Milch / W. Frank // Deutsche Milchwirtschaft. – 1981. – Aus.32, № 33. – S. 1226.

Поступила в редакцию 27.04.2023.

МОРФОБИОХИМИЧЕСКИЙ СТАТУС ЛАКТИРУЮЩИХ КОРОВ В ДИНАМИКЕ РАЗВИТИЯ СУБКЛИНИЧЕСКОГО МАСТИТА

Павленко О.Б. ORCID ID 0000-0001-9086-9241, Зимников В.И. ORCID ID 0000-0002-6371-7143,
Чусова Г.Г. ORCID ID 0000-0003-1494-8807, Тюрин Е.В. ORCID ID 0000-0003-0385-6050,
Перегончий А.Р. ORCID ID 0009-0001-79276282

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

*В статье рассмотрены биохимические и морфологические показатели крови лактирующих коров в динамике развития субклинического мастита. Изучены особенности проявления иммунных реакций организма коров при развитии воспалительного процесса в молочной железе. Доказано, что в гомеостазе больных животных происходят значительные изменения, характеризующиеся возникновением сильной воспалительной реакции, на фоне активизации процессов перекисного окисления липидов и повышения эндогенной интоксикации. **Ключевые слова.** Коровы, молочная железа, субклинический мастит, катаральный мастит, показатели крови.*

MORPHOBIOCHEMICAL STATUS OF LACTATING COWS IN THE DYNAMICS OF DEVELOPMENT OF SUBCLINICAL MASTITIS

Pavlenko O.B., Zimnikov V.I., Chusova G.G., Tyurina E.V., Peregonchiy A.R.

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

*In the article the biochemical and morphological blood indicators of lactating cows in the dynamics of the development of subclinical mastitis are discussed. The features of the manifestation of immune reactions of the body of cows during the development of the inflammatory process in the mammary gland were studied. It has been proven that significant changes occur in the homeostasis of sick animals, characterized by the occurrence of a strong inflammatory reaction, against the background of activation of lipid peroxidation processes and an increase in endogenous intoxication. **Keywords:** cows, mammary gland, subclinical mastitis, catarrhal mastitis, blood indicators.*

Введение. В последние годы ученые, занимающиеся проблемой мастита, важное значение придают изучению динамики морфобиохимических показателей организма коров в ответ на возникновение воспаления в молочной железе. Мастит коров – распространенное заболевание молочного скотоводства, который наносит серьезный экономический ущерб промышленным хозяйствам. Мастит негативным образом влияет на продуктивность молочного стада, снижает количество и качество молока, возрастает заболеваемость и отход телят [7].

Факторы, приводящие к развитию мастита, делятся на две группы: экзогенные и эндогенные. Существуют дополнительные факторы, предрасполагающие к возникновению заболевания. Частой причиной появления мастита у молодых коров становится механическое травмирование: раны, ушибы, удары, микротравмы в результате нарушения технологии машинного доения. К внешним факторам относят попадание в живую систему организма чужеродных микроорганизмов, провоцирующих воспаление молочной железы. Патогенные микроорганизмы как самостоятельно могут вызывать мастит у коров, так и осложнять течение заболевания, развивающееся по другим причинам. Патологический процесс всегда протекает при участии бактерий, вирусов и грибов, в секрете вымени больных коров выявлено на настоящий момент около 135 разновидностей. Морфофункциональные особенности молочной железы, баланс антиоксидантной защиты организма и перекисного окисления липидов, генетические особенности, предрасполагающие к развитию мастита, относятся к эндогенным факторам заболевания [7].

По данным Международной молочной федерации, на развитых молочных предприятиях с заболеванием молочной железы регистрируется от 20 до 40 случаев на 100 коров в год в зависимости от сезона и расположения хозяйства. Субклинический мастит вызывает снижение удоя на 10,0-15,0% и, по средним подсчетам, от каждой коровы недополучают до 500,0-700,0 кг за лактацию. В связи с этим важнейшим фактором является понимание процессов, происходящих в молочной железе при нарушении ее функции. Без этого невозможно разработка современных схем лечения, направленное не только на борьбу с причиной воспаления, но и на восстановление поврежденных тканей [1].

Высокая функциональная активность молочной железы высокопродуктивных коров в период лактации, тесная взаимосвязь с органами репродуктивной и нейрогуморальной систем и предрасполагающие факторы способствуют развитию воспалительного процесса в молочной железе, что вызывает необходимость более подробно изучать иммунологические аспекты патогенеза патологии молочной железы у коров [1, 3, 5, 6, 7].

Целью наших исследований стало изучение морфобиохимического статуса у лактирующих коров при развитии субклинического мастита.

Материалы и методы исследований. Для проведения исследований была сформирована группа клинически здоровых лактирующих коров в количестве 40 животных, от которых были отобраны пробы крови для проведения морфобиохимических исследований. За животными ежедневно проводили клиническое наблюдение, осуществляли проверку на заболеваемость субклиническим маститом. При выявлении больных субклиническим маститом коров от них в первый, третий, пятый, седьмой и десятый дни заболевания так же были отобраны пробы крови для проведения морфобиохимических исследований.

Лабораторные исследования проводили с применением установленных методик, морфологический состав крови определяли на гематологическом анализаторе ABX MICRO S60, белковые фракции – электрофорезом в агарозном геле, исследования по изучению показателей системы перекисного окисления липидов и антиоксидантной защиты согласно Методическим положениям по изучению процессов свободно-радикального окисления и системы антиоксидантной защиты организма [8]. Обработку экспериментальных данных проводили с использованием прикладной статистической программы «Statistica 8.0» («Stat-Soft, Inc», USA).

Результаты исследований. Установлено (таблица), что у коров при возникновении субклинического мастита и его дальнейшем развитии на 5-й день заболевания в сравнении с первым днем в крови отмечены более значительные изменения, которые выражаются в снижении содержания сегментоядерных нейтрофилов – на 26,3% ($P<0,01$), альбуминов – на 15,2% ($P<0,05$), β -глобулиновой фракции белка – на 10,5% ($P<0,001$), γ -глобулиновой фракции белка – на 26,3%, каталазы – на 15,4% ($P<0,05$), витамина А – на 23,5% ($P<0,001$), витамина Е – на 13,3%, при возрастании содержания эозинофилов – на 88,6% ($P<0,001$), моноцитов – на 90,9% ($P<0,001$), малонового диальдегида – на 80,9% ($P<0,001$), средних молекулярных пептидов – на 56,2% ($P<0,001$), индекса эндогенной интоксикации – на 14,3%.

Таблица - Показатели морфобиохимического статуса коров, больных субклиническим маститом, при переходе его в клинически выраженный катаральный

Показатели	Здоровые коровы	Дни заболевания				
		1	3	5	7	10
Эритроциты, $10^{12}/л$	5,67 $\pm$ 0,2	5,84 $\pm$ 0,06	5,2 $\pm$ 0,3	5,35 $\pm$ 0,2	5,27 $\pm$ 0,2	5,48 $\pm$ 0,3
Гемоглобин, г/л	106,4 $\pm$ 1,5	102,5 $\pm$ 1,2	103,8 $\pm$ 1,2	107,3 $\pm$ 1,2	104,3 $\pm$ 1,2	105,0 $\pm$ 1,8
Лейкоциты, $10^9/л$	6,8 $\pm$ 0,1	9,3 $\pm$ 1,3	10,2 $\pm$ 0,4	10,8 $\pm$ 0,4	11,1 $\pm$ 0,2	8,5 $\pm$ 0,1
Эозинофилы, %	3,4 $\pm$ 0,1	3,5 $\pm$ 0,01	4,6 $\pm$ 0,7	6,6 $\pm$ 0,2***	8,4 $\pm$ 0,6***	3,7 $\pm$ 0,2
Нейтрофилы, %:						
палочкоядерные	2,2 $\pm$ 0,1	3,4 $\pm$ 0,5	3,2 $\pm$ 0,4	3,6 $\pm$ 0,4	2,2 $\pm$ 0,1	2,8 $\pm$ 0,1
сегментоядерные	41,8 $\pm$ 1,8	42,6 $\pm$ 1,5	38,6 $\pm$ 0,6	31,4 $\pm$ 1,3**	28,8 $\pm$ 0,6***	40,4 $\pm$ 0,3
Моноциты, %	3,0 $\pm$ 0,1	2,2 $\pm$ 0,1	3,6 $\pm$ 0,4	4,2 $\pm$ 0,4***	3,2 $\pm$ 0,5	3,1 $\pm$ 0,1
Лимфоциты, %	50,4 $\pm$ 2,2	48,3 $\pm$ 1,5	50,0 $\pm$ 1,3	56,6 $\pm$ 1,3	56,4 $\pm$ 0,9	50,0 $\pm$ 1,2
Общий белок, г/л	80,02 $\pm$ 2,5	80,20 $\pm$ 3,2	79,76 $\pm$ 2,4	77,41 $\pm$ 1,1	78,02 $\pm$ 2,6	79,35 $\pm$ 2,7
Альбумины, %	55,8 $\pm$ 0,6	50,8 $\pm$ 1,3	46,9 $\pm$ 1,2	43,1 $\pm$ 1,7*	42,2 $\pm$ 2,1*	47,1 $\pm$ 0,9
α -глобулины, %	18,8 $\pm$ 0,3	17,6 $\pm$ 0,3	16,8 $\pm$ 0,5	15,5 $\pm$ 0,7	14,8 $\pm$ 0,4	17,3 $\pm$ 0,5
β -глобулины, %	17,7 $\pm$ 0,3	19,1 $\pm$ 0,2	17,6 $\pm$ 0,5	17,1 $\pm$ 0,3**	15,4 $\pm$ 0,9*	18,6 $\pm$ 0,7
γ -глобулины, %	26,9 $\pm$ 1,4	25,1 $\pm$ 0,7	24,5 $\pm$ 2,0	21,3 $\pm$ 0,9	19,4 $\pm$ 0,9*	23,3 $\pm$ 1,2
МДА, мкМ/л	0,845 $\pm$ 0,01	1,42 $\pm$ 0,08	2,46 $\pm$ 0,05	2,57 $\pm$ 0,07***	3,57 $\pm$ 0,1**	2,45 $\pm$ 0,02
СМП у.е.	0,674 $\pm$ 0,004	0,813 $\pm$ 0,008	1,126 $\pm$ 0,04	1,270 $\pm$ 0,02***	1,292 $\pm$ 0,07***	1,024 $\pm$ 0,01
ИЭИ	17,45 $\pm$ 0,7	24,41 $\pm$ 0,8	27,52 $\pm$ 1,2	27,89 $\pm$ 1,2	28,76 $\pm$ 0,3**	26,93 $\pm$ 1,4
Каталаза, мкМ $H_2O_2/л \cdot мин \cdot 10^3$	57,23 $\pm$ 1,4	51,21 $\pm$ 1,6	50,37 $\pm$ 0,8	43,30 $\pm$ 1,2*	37,80 $\pm$ 0,6***	44,70 $\pm$ 1,2
ГПО, мкМ $GSH/л \cdot мин \cdot 10^3$	28,75 $\pm$ 1,5	25,16 $\pm$ 0,8	24,33 $\pm$ 1,9	24,12 $\pm$ 0,7	20,87 $\pm$ 0,3**	22,56 $\pm$ 0,8
Витамин А, мкМ/л	2,2 $\pm$ 0,02	1,7 $\pm$ 0,04	1,5 $\pm$ 0,07	1,3 $\pm$ 0,03***	1,2 $\pm$ 0,01***	1,2 $\pm$ 0,01
Витамин Е, мкМ/л	17,3 $\pm$ 0,4	13,9 $\pm$ 0,8	13,6 $\pm$ 0,5	12,05 $\pm$ 0,2	12,9 $\pm$ 0,3	12,7 $\pm$ 0,2

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

На седьмой день исследований у животных, больных субклиническим маститом, развился клинически выраженный катаральный мастит. При его развитии наблюдали, что в сравнении с первым

днем заболевания отмечено снижение содержания сегментоядерных нейтрофилов – на 32,4% ($P<0,001$), палочкоядерных нейтрофилов – на 35,3%, альбуминов – на 16,9% ($P<0,05$), α -глобулиновой фракции белка – на 18,9%, β -глобулиновой фракции белка – на 19,4% ($P<0,05$), γ -глобулиновой фракции белка – на 29,4% ($P<0,05$), каталазы – на 26,2% ($P<0,001$), глутатионпероксидазы – на 17,1% ($P<0,01$), витамина А – на 29,4% ($P<0,001$), при возрастании содержания лейкоцитов – на 19,3%, эозинофилов – в 2,4 раза ($P<0,001$), моноцитов – на 45,4%, малонового диальдегида в 2,5 раза ($P<0,001$), средних молекулярных пептидов – на 58,9% ($P<0,001$), индекса эндогенной интоксикации – на 17,8% ($P<0,01$). Почти тройное увеличение содержания средномолекулярных молекул при субклиническом мастите у коров отмечает в своих исследованиях Желавский Н.Н.[4] ($3,60\pm0,25$ против $1,16\pm0,07$). Эти иммунологические нарушения являются маркерными показателями нарастания эндогенной интоксикации метаболитами воспаления.

О колебаниях содержания лейкоцитов в крови отмечал Камышанов А.С.[7]. При развитии мастита у больных коров субклинической формой количество лейкоцитов понижается на 9,6-11,4%, а клинически выраженной, наоборот, повышается на 1,3-9,6% по сравнению с показателями в группах здоровых животных. Повышение количества лейкоцитов говорит об иммунном ответе организма и наблюдается при инфекционных заболеваниях (прежде всего, вызванных бактериями), воспалительных процессах, аллергических реакциях, что подтверждается нашими исследованиями [2, 9].

Следовательно, возникновение субклинического мастита и его дальнейшее течение с переходом в клинически выраженный катаральный характеризуется усилением воспалительного процесса в организме больных животных, что сопровождается изменениями морфологических показателей крови, более серьезными нарушениями белкового обмена, нарастанием токсического действия накопленных продуктов перекисного окисления липидов. В месте с этим происходит ослабление уровня антиоксидантной защиты в организме больных животных, что выражается в снижении показателей ее ферментативного и неферментативного звеньев.

Заключение. Установлено, что при возникновении скрыто протекающего воспаления в молочной железе лактирующих коров и его дальнейшем развитии в клинически выраженный катаральный мастит, в гомеостазе больных животных происходят изменения, связанные с нарушением белкового обмена (снижение содержания альбуминов – на 16,9%, α -глобулиновой фракции белка – на 18,9%, β -глобулиновой фракции белка – на 19,4%, γ -глобулиновой фракции белка – на 29,4%), активацией процессов перекисного окисления липидов и повышения эндогенной интоксикации, о чем свидетельствует высокая концентрация в крови больных животных продуктов ПОЛ (возрастание малонового диальдегида в 2,5 раза, средних молекулярных пептидов – на 58,9%, индекса эндогенной интоксикации – на 17,8%), при снижении показателей ферментативного и неферментативного звеньев антиоксидантной защиты (каталазы – на 26,2%, глутатионпероксидазы – на 17,1%, витамина А – на 29,4%).

Conclusion. It has been established that when a latent inflammation occurs in the mammary gland of lactating cows and is followed by the clinically pronounced catarrhal mastitis, changes occur in the homeostasis of sick animals associated with a violation of protein metabolism (a decrease in albumin content by 16.9%, α -globulin protein fraction – by 18.9%, β -globulin protein fraction – by 19.4%, γ -globulin protein fraction – by 29.4%), activation of the lipid peroxidation processes and increased endogenous intoxication, as evidenced by the high concentration of LPO products in the blood of sick animals (an increase in malondialdehyde by 2.5 times, medium weight molecular peptides – by 58.9%, index of endogenous intoxication – by 17.8%), with a decrease in the indicators of enzymatic and non-enzymatic components of antioxidant protection (catalase – by 26.2%, glutathione peroxidase – by 17.1%, vitamin A – by 29.4%).

Список литературы. 1. Биохимические показатели крови и молока при маститах у коров голштинизированной породы / В. Д. Кочарян [и др.] // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства : сб. науч. тр. / Белорусская государственная сельскохозяйственная академия. – Горки : БГСХА, 2022. – № 25-1. – С. 256–261. – EDN PODCNY. 2. Динамика некоторых показателей антиоксидантного статуса и эндогенной интоксикации у новотельных коров при применении препарата "АММ" / Н. В. Пасько [и др.] // Ветеринарный фармакологический вестник. – 2021. – № 2(15). – С. 117–124. – DOI 10.17238/issn2541-8203.2021.2.117. – EDN BKKJZD. 3. Жданова, И. Н. Влияние фитобактериального комплекса БЦЛ на морфобиохимический статус коров при клинической форме мастита / И. Н. Жданова // Вестник Пермского научного центра УрО РАН. – 2018. – № 3. – С. 51–57. – DOI 10.7242/1998-2097/2018.3.5. – EDN QZARTE. 4. Желавский, Н. Н. Иммунобиологические аспекты патогенеза мастита коров / Н. Н. Желавский // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». – 2018. – Т. 54, вып. 2. – С. 23–26. 5. Иммунологические аспекты борьбы с маститом коров / В. Слободяник [и др.]. – Воронеж : Издательство Истоки, 2020. – 222 с. – EDN MOPIZF. 6. Камышанов, А. С. Гематологические показатели коров в период стельности при субклиническом мастите и развитие у них родовых и послеродовых заболеваний / А. С. Камышанов // БИО. – 2021. – № 4(247). – С. 8–11. – EDN YRFJES. 7. Камышанов, А. С. Изучение биохимических и морфологических показателей крови коров в различные периоды лактации при заболевании маститом / А. С. Камышанов // Международный научно-исследовательский журнал. – 2021. – №3(105), ч. 2. – С. 48–52. – DOI 10.23670/IRJ.2021.105.3.033. 8. Методы

ческие положения по изучению процессов свободнорадикального окисления и системы антиоксидантной защиты организма / М. И. Рецкий [и др.]. – Воронеж : Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии Российской академии сельскохозяйственных наук, 2010. – 70 с. – EDN SYTFAD. 9. Морфологический состав крови и основные показатели обмена веществ при определении субхронической токсичности препарата "АММ" / Н. В. Паско [и др.] // Ветеринарный фармакологический вестник. – 2021. – № 3(16). – С. 56–63. – DOI 10.17238/issn2541-8203.2021.3.56. – EDN FSVARO.

References 1. Biokhimicheskie pokazateli krovi i moloka pri mastitakh u korov golshthinizirovannoi porody / V. D. Kocharian [i dr.] // Aktualnye problemy intensivnogo razvitiia zhivotnovodstva : sb. nauch. tr. / Belorusskagaia gosudarstvennaia selskokhoziaistvennaia akademiia. – Gorki : BGSKhA, 2022. – № 25-1. – S. 256–261. – EDN PODCNY. 2. Dinamika nekotorykh pokazatelei antioksidantnogo statusa i endogennoi intoksikatsii u novotelnok korov pri primenении preparata "АММ" / N. V. Pasko [i dr.] // Veterinarnyi farmakologicheskii vestnik. – 2021. – № 2(15). – S. 117–124. – DOI 10.17238/issn2541-8203.2021.2.117. – EDN BKKJZD. 3. Zhdanova, I. N. Vlianie fitobakterialnogo kompleksa BTsL na morfobiokhimicheskii status korov pri klinicheskoi forme mastita / I. N. Zhdanova // Vestnik Permskogo nauchnogo tsentra UrO RAN. – 2018. – № 3. – S. 51–57. – DOI 10.7242/1998-2097/2018.3.5. – EDN QZARTE. 4. Zhelavskii, N. N. Immunobiologicheskie aspekty patogeneza mastita korov / N. N. Zhelavskii // Uchenye zapiski uchrezhdeniia obrazovaniia «Vitebskaia ordena «Znak Pocheta» gosudarstvennaia akademiia veterinarnoi meditsiny». – 2018. – T. 54, vyp. 2. – S. 23–26. 5. Immunologicheskie aspekty borby s mastitom korov / V. Slobodianik [i dr.]. – Voronezh : Izdatel'stvo Istoki, 2020. – 222 s. – EDN MOPIZF. 6. Kamyshanov, A. S. Gematologicheskie pokazateli korov v period stelnosti pri subklinicheskoi mastite i razvitiie u nikh rodovykh i poslerodovykh zabolevanii / A. S. Kamyshanov // BIO. – 2021. – № 4(247). – S. 8–11. – EDN YRFJES. 7. Kamyshanov, A. S. Izuchenie biokhimicheskikh i morfologicheskikh pokazatelei krovi korov v razlichnye periody laktatsii pri zabolevanii mastitom / A. S. Kamyshanov // Mezhdunarodnyi nauchno-issledovatel'skii zhurnal. – 2021. – №3(105), ch. 2. – S. 48–52. – DOI 10.23670/IRJ.2021.105.3.033. 8. Metodicheskie polozenia po izucheniiu protsessov svobodnoradikal'nogo okisleniia i sistemy antioksidantnoi zashchity organizma / M. I. Retskii [i dr.]. – Voronezh : Gosudarstvennoe nauchnoe uchrezhdenie Vserossiiskii nauchno-issledovatel'skii veterinarnyi institut patologii, farmakologii i terapii Rossiiskoi akademii selskokhoziaistvennykh nauk, 2010. – 70 s. – EDN SYTFAD. 9. Morfolozhicheskii sostav krovi i osnovnye pokazateli obmena veshchestv pri opredelenii subkhronicheskoi toksichnosti preparata "АММ" / N. V. Pasko [i dr.] // Veterinarnyi farmakologicheskii vestnik. – 2021. – № 3(16). – S. 56–63. – DOI 10.17238/issn2541-8203.2021.3.56. – EDN FSVARO.

Поступила в редакцию 27.04.2023.

DOI 10.52368/2078-0109-2023-59-2-137-146
УДК 636.2.082.453

ВЛИЯНИЕ ИММУНОСТИМУЛИРУЮЩИХ ПРЕПАРАТОВ НА УРОВЕНЬ ИММУННОЙ КОМПЕТЕНЦИИ ТЕЛЯТ

*Тюрин В.Г. ORCID ID 0000-0002-0153-9775, *Родионова Н.В. ORCID ID 0000-0001-5860-5668,
*Волчкова Л.А. ORCID ID 0000-0002-5863-1708, **Семенов В.Г. ORCID ID 0000-0002-0349-5825,
**Симурзина Е.П. ORCID ID 0000-0002-3539-7808, **Никитин Д.А. ORCID ID 0000-0003-4765-8742,
Караулов Р.С. ORCID ID 0000-0001-7968-3411, *Капитонова Е.А. ORCID ID 0000-0003-4307-8433
*ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии –
МБА им. К.И. Скрябина», г. Москва, Российская Федерация
**ФГБОУ ВО «Чувашский государственный аграрный университет», г. Чебоксары, Российская Федерация
***УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»,
г. Витебск, Республика Беларусь

Целью настоящей работы явилась оценка влияния иммуностимулирующих препаратов Salus-P-E и Bovistim-K на качество молозива и иммунный статус телят после выпойки молозива. Научно-исследовательская работа проведена на коровах-перволелках голштинской породы. Было подобрано три группы глубокостельных коров по принципу групп-аналогов по 10 животных в каждой. Коровам 1-й опытной группы внутримышечно в среднюю треть шеи инъецировали Salus-P-E в дозе 10 мл трехкратно за 60, 30 и 15 суток до предполагаемой даты отела, 2-й опытной группы – Bovistim-K в те же сроки и дозе, в контрольной группе биопрепараты не использовали. Отбор проб молозива проводили двукратно: в течение 60 минут после отела и через 24 часа после отела. Во второй серии опыта изучали клинико-физиологическое состояние и показатели крови новорожденных телят после выпойки молозива. Молозиво коров 1-й и 2-й опытных групп содержало больше иммуноглобулинов, чем контрольные пробы, на 23,8 и 27,67 г/л; общего белка – на 3,08 и 3,32%; казеинов – на 0,34 и 0,22% соответственно.

На фоне иммунокоррекции организма глубокостельных коров-матерей происходит увеличение количества гемоглобина, общего белка, резервной щелочности и определенные изменения соотношения белковых фракций в крови новорожденных телят. В первые сутки жизни установлено повышение в сыворотке крови телят 1 и 2 опытных групп по сравнению с контролем: альбуминов – на 7,9 и 8,4%; α-глобулинов – на 18,6 и 15,7%, β-глобулинов – на 22,1 и 16,9%, γ-глобулинов – на 24,4 и 21,4% соответственно. Выпойка качественного молозива (показатель Брикс выше 24) способствовала повышению среднесуточных приростов у телят 1-й и 2-й опытных групп на 18,2 и 20,2%. Применение иммуностимулирующих препаратов

Salus-P-E и Bovistim-K повышает иммунокомпетентные свойства молозива, что способствует формированию в организме новорожденных телят высокого уровня колострального иммунитета, снижая заболеваемость и улучшая показатели роста и сохранности. Ключевые слова: коровы, молозиво, иммуноглобулины, телята, Salus-P-E и Bovistim-K.

EFFECT OF IMMUNE STIMULATING DRUGS ON THE LEVEL OF IMMUNE COMPETENCE IN CALVES

*Tyurin V.G., *Rodionova N.V., *Volchkova L.A., **Semenov V.G., **Simurzina E.P.,
Nikitin D.A., **Karaulov R.S., *Kapitonova E.A.

*Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology - MVA named after K.I. Scriabin,
Moscow, Russian Federation

**Chuvash State Agrarian University, Cheboksary, Russian Federation

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

The aim of this work was to evaluate the effect of immune stimulating drugs Salus-P-E and Bovistim-K on the quality of colostrum and the immune status of calves after colostrum feeding. The research was carried out on first-calf heifers of the Holstein breed. Three groups of deep-calving cows were selected according to the principle of analogue groups of 10 animals each. Cows of the 1st experimental group were injected intramuscularly in the middle third of the neck Salus-P-E at a dose of 10 ml three times – 60, 30 and 15 days before the expected date of calving; the 2nd experimental group were injected Bovistim-K at the same time and dose; in the control group, biological preparations were not used. Colostrum sampling was carried out twice: within 60 minutes after calving and 24 hours after calving. In the second series of experiments, we studied the clinical and physiological state and blood parameters of newborn calves after feeding colostrum. The colostrum of cows of the 1st and 2nd experimental groups contained more immunoglobulins than control samples by 23.8 and 27.67 g/l; total protein – by 3.08 and 3.32%; the level of caseins – by 0.34 and 0.22%, respectively.

*Against the background of the immune correction of the organism of deep-calving dams, there is an increase in the amount of hemoglobin, total protein, reserve alkalinity and certain changes in the ratio of protein fractions of blood in newborn calves. In the first day of life, an increase in the blood serum of calves of the 1st and 2nd experimental groups was found compared to the control: albumin by 7.9 and 8.4%; α -globulins – by 18.6 and 15.7%, β -globulins – by 22.1 and 16.9%, γ -globulins – by 24.4 and 21.4%, respectively. Feeding high-quality colostrum (Brix over 24) contributed to an increase in the average daily gains in calves of the 1st and 2nd experimental groups by 18.2 and 20.2%. The use of the immune stimulating drugs Salus-P-E and Bovistim-K increases the immunocompetent properties of colostrum, which contributes to the formation of a high level of colostral immunity in the body of newborn calves, reducing morbidity and improving growth and survival rates. **Keywords:** cows, colostrum, immunoglobulins, calves, Salus-P-E, Bovistim-K.*

Введение. Эффективная система выращивания ремонтных телок имеет решающее значение для устойчивости и экономики молочных ферм. Неонатальные заболевания, такие как диарея и пневмония, влияют на экономические показатели из-за затрат, связанных с потерей телят, лечением и дальнейшим негативным воздействием на воспроизводительные функции телок [2, 4, 9].

Согласно литературным данным, заболевания желудочно-кишечного тракта поражают от 25 до 55% новорожденных телят, а болезни органов дыхания – 14-25% [1, 9].

В связи с тем, что иммунная система новорожденных телят несформированная, единственным действенным средством защиты от заболеваний является пассивная передача иммуноглобулинов при выпойке молозива [6, 10].

Доказано, что потребление качественного молозива в течение первых часов жизни оказывает влияние на реализацию биоресурсного потенциала телят в дальнейшем, а именно повышает усвояемость питательных веществ кормов, снижает возраст при первом отеле и улучшает надои молока в первую лактацию [3, 11]. Молозиво является основным источником защитных иммуноглобулинов, лизоцима, функционально активных лейкоцитов и лимфоцитов.

В первые шесть часов жизни стенки кишечника обладают наилучшей проходимостью для антител. После этого проходимость кишечника резко снижается, а через сутки и вовсе прекращается. Теленок, получивший 200 г Ig, считается оптимально обеспеченным. Уровень IgG = 50 г/л соответствует рекомендуемым 4 литрам молозива, если же ниже, то объем выпойки молозива должен быть больше.

Однако существует множество факторов, определяющих качество молозива. Многочисленные исследования доказывают влияние количества лактаций на уровень IgG в молозиве. Коровы старше трех лактаций производят больше IgG из-за длительного контакта со специфическими для ферм микроорганизмами [5, 7]. Существует понятие «эффект разбавления», который приводит к значительному снижению иммуноглобулинов за счет увеличения объема молозива. Данное явление наблюдается при увеличении времени от отеля до первого доения. Количество молозива при первом доении также оказывает влияние на уровень иммунокомпетентных клеток в его составе. Происходит снижение IgG на 1,7 г/л, когда количество молозива увеличилось на 1 кг [8].

Материалы и методы исследований. Цель исследования – оценка влияния иммуностимулирующих препаратов «Salus-P-E» и «Bovistim-K» на качество молозива и иммунный статус телят после выпойки молозива.

В соответствии с поставленной целью были определены следующие задачи:

- 1) исследовать физико-химические свойства молозива коров на фоне применения препаратов;
- 2) изучить морфологические и иммунобиохимические показатели крови новорожденных телят после выпойки молозива;
- 3) определить влияние качества молозива на динамику роста и среднесуточные приросты телят;
- 4) проанализировать заболеваемость и сохранность телят после выпойки молозива, различного по качеству и полноценности.

Научно-производственный эксперимент проведен на базе животноводческого комплекса Чувашской Республики, а обработка полученных данных произведена на базе лабораторий Чувашского государственного аграрного университета. Первая серия опытов заключалась в определении количественных и качественных показателей молозива от коров на фоне иммунокоррекции отечественными биопрепаратами. Объектами исследований стали первотелки голштинской породы, по 10 голов в каждой группе. Было подобрано 3 группы животных с учетом их клинико-физиологического состояния, возраста и живой массы.

Коровам 1-й опытной группы внутримышечно в среднюю треть шеи инъецировали Salus-P-E в дозе 10 мл трехкратно за 60, 30 и 15 суток до предполагаемой даты отела, 2-й опытной группы – Bovistim-K в те же сроки и дозе, в контрольной группе биопрепараты не использовали. Отбор проб молозива проводили двукратно: в течение 60 минут после отела и через 24 часа после отела.

Во второй серии исследований изучали заболеваемость, сохранность, морфологические, биохимические и иммунобиологические показатели крови новорожденных телят после выпойки молозива. Новорожденные телята делились на группы в соответствии с коровами-матерями.

Телят после рождения позволяли вылизывать коровам-матерям и после этого изолировали в индивидуальные боксы под лампы для сушки. Выпойку молозива проводили в течение первого часа после рождения, взвешивали в течение 30 минут после рождения и выпаивали 4 л материнского молозива с помощью зонда. Пробы крови были отобраны у телят в 1-е, 3-и и 7-е сутки жизни.

Исследования проведены с использованием следующих методик:

- зоотехнических – определяли живую массу и среднесуточный прирост животных ежемесячным взвешиванием на электронных весах, модель ВСП4-1000.2 Ж;
- ветеринарных – общий анализ крови (эритроциты, гемоглобин, лейкоциты) проводили на автоматическом гематологическом анализаторе PCE 90 Vet;
- биохимических – уровень общего белка и его фракции, глюкозы, кальция, щелочного резерва измеряли автоматическим биохимическим и иммуноферментным анализатором «Chem Well Combo»;
- иммунологических – плотность молозива и показатель Брикс определяли рефрактометром MISCO модель PA202. Уровень иммуноглобулинов в крови по классам определяли при помощи анализатора StatFax 303+;
- ветеринарно-санитарных – содержание жира, белка, сухого вещества, плотность, лактозу определяли автоматизированным измерительным прибором «Лактан 700»; содержание кальция в молозиве и молоке – титриметрическим методом ГОСТ 12081-2013; казеин – рефрактометрическим методом на рефрактометре ИРФ-464; количественное содержание белковых фракций – методом денситометрирования полученных фореграмм на микрофотометре ИФО-451.

Цифровые данные исследований были обработаны методом вариационной статистики на достоверность различия сравниваемых показателей ($P < 0,05-0,001$) с использованием программного комплекса Microsoft Office Excel 2007.

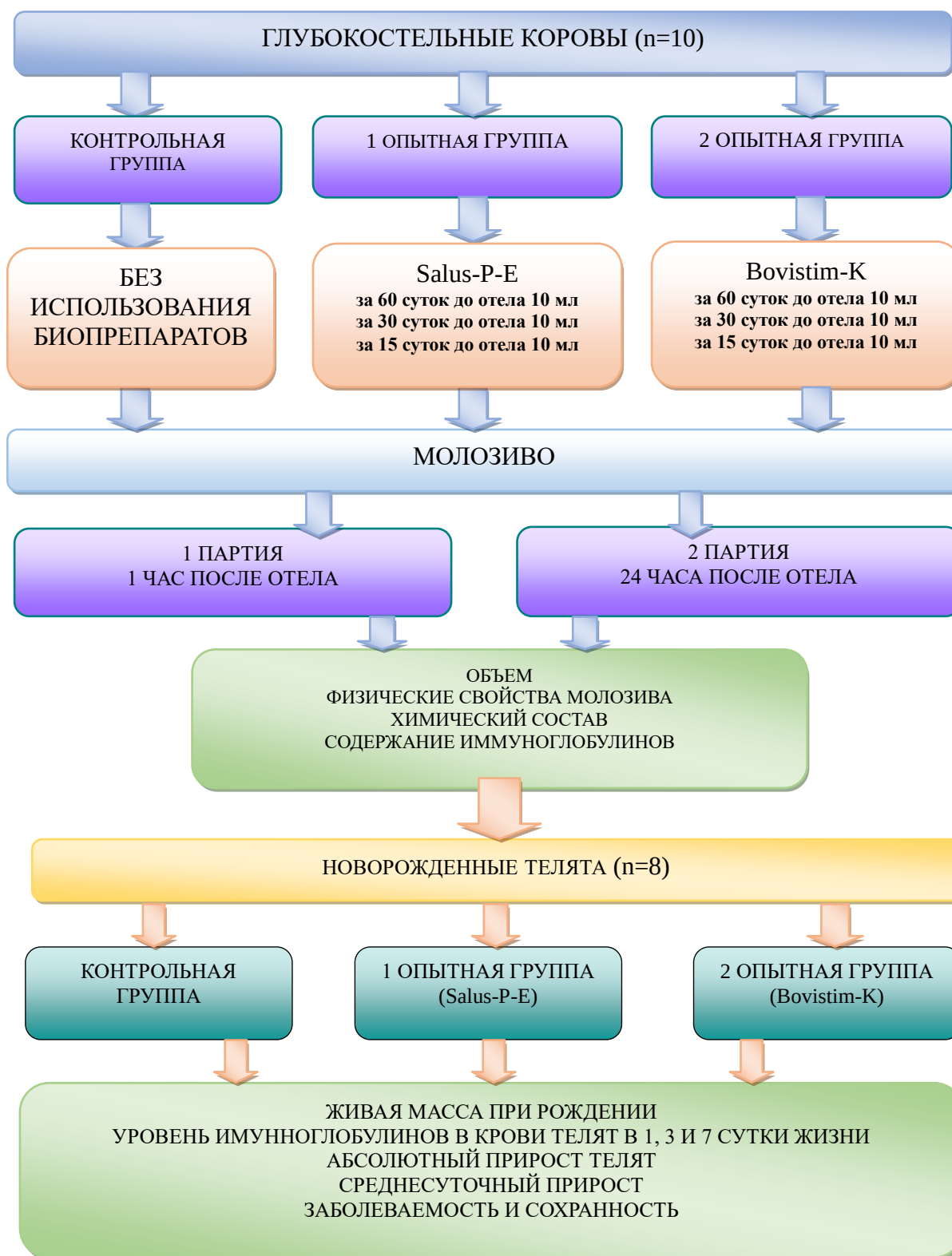


Рисунок 1 – Схема опыта

Результаты исследований. В таблице 1 приведены результаты исследований молозива на фоне иммунокоррекции организма коров-матерей.

Таблица 1 – Физико-химическая характеристика молозива

Показатель	Группа животных					
	контрольная		Salus-P-E		Bovistim-K	
	1 час после отела	24 часа после отела	1 час после отела	24 часа после отела	1 час после отела	24 часа после отела
Количество молозива, л	7	7	7	7	7	7
Показатель Брикс, %	24,4	20,6	29,4	26,5	30,3	27,7
Плотность молозива, г/см ³	1,065±0,14	1,052±0,12	1,074±0,10*	1,063±0,13*	1,073±0,19*	1,064±0,11*
Кислотность, pH	6,32	6,27	6,31	6,24	6,32	6,26
Сухое вещество, %	22,4±0,74*	17,6±0,48**	23,9±0,92**	21,5±0,88**	23,7±0,85**	20,5±0,67*
Зола, %	0,95±0,07	0,89±0,01	1,08±0,05	0,96±0,06	1,10±0,03	0,95±0,12
Общий белок, %	13,28±0,16***	7,13±0,12	16,36±0,11***	9,68±0,09*	16,60±0,10**	8,45±0,18*
Казеин, %	3,78±0,09*	3,23±0,06	4,12±0,07*	4,00±0,05*	4,2±0,05*	3,94±0,08*
Альбумины, %	0,9±0,06	0,9±0,02	1,3±0,03	1,17±0,08	1,25±0,05*	1,11±0,12
Иммуноглобулины, г/л	88,72±0,48	41,33±0,32	112,56±0,44	54,10±0,57	116,39±0,53	56,56±0,27
Ig G	62,50±0,58	32,15±0,47	76,66±0,57**	38,36±0,18	76,79±0,64**	37,24±0,29*
Жир, %	5,23±0,08	4,17±0,06	5,68±0,08*	4,85±0,11	5,4±0,19*	4,72±0,10
Лактоза, %	2,3±0,03	2,8±0,06	2,3±0,02	2,7±0,11	2,4±0,06	2,6 ±0,11
Ca, %	0,25	0,16	0,31	0,23	0,33*	0,24

Примечания: * $P < 0,05$, ** $P < 0,01$, *** $P < 0,001$.

Показатель Брикс свыше 24 отмечается у молозива отличного качества, которое содержит более 50 г/л IgG. Телятам в первые часы жизни необходимо получить 150-200 г/л IgG, следовательно, нужно выпить не менее 4 литров молозива для формирования колострального иммунитета. Наибольший показатель Брикс установлен во 2 опытной группе на фоне применения Bovistim-K – 30,3 %, показатель получен при отборе молозива в первый час после отела. Спустя сутки отмечено снижение данного показателя во всех группах на 3,8% 2,9 и 2,6% соответственно.

Результаты анализа проб молозива свидетельствуют о благоприятном влиянии разработанных биопрепаратов на физико-химические характеристики молозива. Молозиво коров 1 и 2 опытных групп содержит больше питательных веществ и иммуноглобулинов по сравнению с контролем. Плотность молозива, отобранного в течение первого часа после отела, в опытных образцах составила 1,065±0,14 г/см³ (контрольная группа), 1,074±0,10 г/см³ (1-я опытная группа) и 1,073±0,19 г/см³ (2-я опытная группа). Молозиво коров 1-й и 2-й опытных групп содержало больше иммуноглобулинов, чем контрольные пробы на 23,8 и 27,67 г/л. Спустя 24 часа после отела в пробах молозива отмечается значительное снижение количества Ig (в 2 раза) и, как следствие, происходит уменьшение плотности. При этом изучаемые показатели оставались выше в 1 и 2 опытных группах, нежели в контроле.

Содержание общего белка в молозиве животных 1-й опытной группы было выше, чем в контрольной на 3,08%, 2-й – на 3,32%.

Плотность молозива менее 1,040 г/см³ свидетельствует о низком содержании иммуноглобулинов и не пригодно для выпойки телятам. При плотности 1,041-1,050 г/см³ в молозиве содержится 45-54% Ig, что считается средним качеством. При плотности 1,051-1,060 г/см³ уровень Ig=55-60%, самым качественным молозивом считается молозиво с плотностью 1,061-1,080 г/см³, которое содержит 66-80% защитных белков.

В динамике лактозы достоверных различий не выявлено.

Основными фракциями белков молозива являются казеины, альбумины и глобулины. Казеины выполняют энергетическую и питательную функции организма новорожденного, альбумины обеспечивают рост и развитие, а глобулины – защиту от воздействия патогенной микрофлоры.

Уровень казеиновой фракции белка молозива у животных 1-й и 2-й опытных групп был выше, чем в контрольной, на 0,34 и 0,22% соответственно. В молозиве коров опытных групп (в первой партии) отмечено достоверное увеличение альбуминов на 0,4% – 1-я опытная и 0,35% – 2-я опытная, нежели в контроле.

Из иммуноглобулинов у коров в молозиве содержится в основном IgG, который проникает из сыворотки крови через альвеолярный эпителий молочной железы в последние дни 3-го триместра стельности и достигает максимальных значений в первые 3-4 дня после отела.

В ходе анализа морфологического состава крови телят подопытных групп существенных различий не установлено (таблица 2). Однако достоверная разница отмечена в концентрации гемоглобина. Телята опытных групп превосходили контрольных сверстников по данному показателю в течение всего опыта, в первые сутки жизни – на 1,9-6,7%, на 7-е сутки – на 8,5-9,8%.

Таблица 2 – Морфологические и иммунобиохимические показатели крови новорожденных телят

Показатель	Период наблюдения		
	1 сутки жизни	3 сутки жизни	7 сутки жизни
Контрольная группа			
Эритроциты, $\times 10^{12}/л$	7,64 $\pm$ 0,13	7,88 $\pm$ 0,24	7,92 $\pm$ 0,19
Гемоглобин, г/л	108,5 $\pm$ 1,34	110,2 $\pm$ 1,18	111,4 $\pm$ 1,49**
Лейкоциты, $\times 10^9/л$	8,12 $\pm$ 0,27	9,06 $\pm$ 0,15	9,62 $\pm$ 0,75
Общий белок, %	62,1 $\pm$ 0,67	62,8 $\pm$ 0,43	63,0 $\pm$ 0,33
Альбумины, г/л	20,3 $\pm$ 2,8	21,4 $\pm$ 3,1	22,0 $\pm$ 1,8
α -глобулины, г/л	10,2 $\pm$ 0,6	10,8 $\pm$ 0,3	12,5 $\pm$ 0,3
β -глобулины, г/л	7,7 $\pm$ 0,8	8,2 $\pm$ 1,7	8,9 $\pm$ 1,7
γ -глобулины, г/л	13,1 $\pm$ 1,2*	13,8 $\pm$ 1,0	14,7 $\pm$ 1,0
Ig G+A	11,05 $\pm$ 0,55	13,16 $\pm$ 0,57	12,95 $\pm$ 0,03
Ig M	1,46 $\pm$ 0,13	1,79 $\pm$ 0,11	1,38 $\pm$ 0,03
Глюкоза, ммоль/л	2,71 $\pm$ 0,03	2,78 $\pm$ 0,03	2,92 $\pm$ 0,06
Щелочной резерв, об%CO ²	48,2 $\pm$ 1,05	49,4 $\pm$ 0,96	51,6 $\pm$ 0,53**
Общий кальций, ммоль/л	2,16 $\pm$ 0,07	2,22 $\pm$ 0,08	2,32 $\pm$ 0,08
1-я опытная группа, Salus-P-E			
Эритроциты, $\times 10^{12}/л$	7,85 $\pm$ 0,1	8,29 $\pm$ 0,24	8,84 $\pm$ 0,32
Гемоглобин, г/л	115,8 $\pm$ 1,95	119,5 $\pm$ 1,34**	122,3 $\pm$ 1,08
Лейкоциты, $\times 10^9/л$	8,01 $\pm$ 0,45	8,33 $\pm$ 0,32	8,16 $\pm$ 0,13
Общий белок, %	65,6 $\pm$ 0,78*	66,8 $\pm$ 0,44*	67,4 $\pm$ 0,67
Альбумины, г/л	21,9 $\pm$ 1,5	23,0 $\pm$ 2,2	24,1 $\pm$ 3,3**
α -глобулины, г/л	12,1 $\pm$ 0,9	13,0 $\pm$ 1,5	13,4 $\pm$ 0,9
β -глобулины, г/л	9,4 $\pm$ 1,0	10,1 $\pm$ 0,7	11,2 $\pm$ 1,0
γ -глобулины, г/л	16,3 $\pm$ 1,1	16,9 $\pm$ 1,2	17,8 $\pm$ 1,5
Ig G+A	14,48 $\pm$ 0,64	16,64 $\pm$ 0,39*	15,75 $\pm$ 0,31
Ig M	1,58 $\pm$ 0,64	1,72 $\pm$ 0,28	1,65 $\pm$ 0,33
Глюкоза, ммоль/л	2,86 $\pm$ 0,05	3,03 $\pm$ 0,04	3,11 $\pm$ 0,04*
Щелочной резерв, об%CO ²	49,6 $\pm$ 1,05	50,7 $\pm$ 0,84*	52,2 $\pm$ 0,79**
Общий кальций, ммоль/л	2,48 $\pm$ 0,09*	2,65 $\pm$ 0,10	2,72 $\pm$ 0,16
2-я опытная группа, Bovistim-K			
Эритроциты, $\times 10^{12}/л$	8,05 $\pm$ 0,17	8,36 $\pm$ 0,28	8,70 $\pm$ 0,14
Гемоглобин, г/л	110,6 $\pm$ 1,57*	117,0 $\pm$ 2,05	120,9 $\pm$ 1,64*
Лейкоциты, $\times 10^9/л$	7,89 $\pm$ 0,55	8,11 $\pm$ 0,13	8,00 $\pm$ 0,44
Общий белок, %	63,8 $\pm$ 0,52	65,6 $\pm$ 0,36*	67,0 $\pm$ 0,89
Альбумины, г/л	22,0 $\pm$ 1,8	23,0 $\pm$ 2,8	23,8 $\pm$ 1,7
α -глобулины, г/л	11,8 $\pm$ 1,6	12,5 $\pm$ 1,4	13,1 $\pm$ 0,3
β -глобулины, г/л	9,0 $\pm$ 0,8	9,3 $\pm$ 0,6	9,7 $\pm$ 0,6
γ -глобулины, г/л	15,9 $\pm$ 1,3	16,4 $\pm$ 0,8	17,0 $\pm$ 1,2
Ig G+A	14,15 $\pm$ 0,26	16,06 $\pm$ 0,31*	15,42 $\pm$ 0,48*
Ig M	1,50 $\pm$ 0,17	1,66 $\pm$ 0,63	1,54 $\pm$ 0,38
Глюкоза, ммоль/л	2,90 $\pm$ 0,09	3,00 $\pm$ 0,09	3,09 $\pm$ 0,08*
Щелочной резерв, об%CO ²	49,8 $\pm$ 1,055*	51,1 $\pm$ 0,96	52,2 $\pm$ 1,16**
Общий кальций, ммоль/л	2,43 $\pm$ 0,15	2,60 $\pm$ 0,22*	2,71 $\pm$ 0,17

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

Результаты биохимических исследований крови показали, что с возрастом у телят происходит нарастание количества общего белка, резервной щелочности и определенные изменения соотношения белковых фракций.

При оценке иммунного статуса телят в первые сутки жизни мы установили повышение в сы-воротке крови животных 1 и 2 опытных групп по сравнению с контрольной: альбуминов – на 7,9 и 8,4%; α -глобулинов – на 18,6 и 15,7%, β -глобулинов – на 22,1 и 16,9%, γ -глобулинов – на 24,4 и 21,4% соответственно. Следовательно, инъектированные стельным коровам препараты «Salus-P-E» и «Bovistim-K» способствуют повышению уровня колострального иммунитета у полученных от них телят.

Высокий уровень глюкозы у новорожденных телят служит основным источником энергии в процессе развития жвачных животных и должен оставаться таковым до тех пор, пока рубец полностью не начнет функционировать [10]. В первые сутки жизни у телят, получавших молозиво от коров после применения биопрепаратов, отмечается достоверное превосходство по уровню глюкозы – на 5,5-7,0%, на 7 сутки жизни – на 5,8-6,5% по сравнению с контролем.

Динамика изменения живой массы и среднесуточных привесов молодняка на фоне применения биопрепаратов представлена на рисунках 2 и 3.

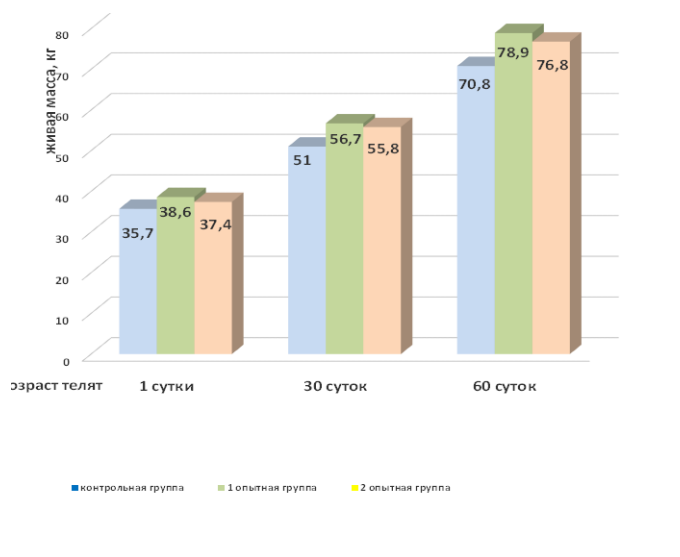


Рисунок 2 – Динамика роста телят

Средняя живая масса телят голштинской породы при рождении составила 35,7 кг в контрольной группе, 38,6 кг – в 1-й опытной, 37,4 кг – во 2-й опытной. Таким образом, опытные телята превосходили контрольных сверстников по данному показателю на 8,1 и 4,8% соответственно.

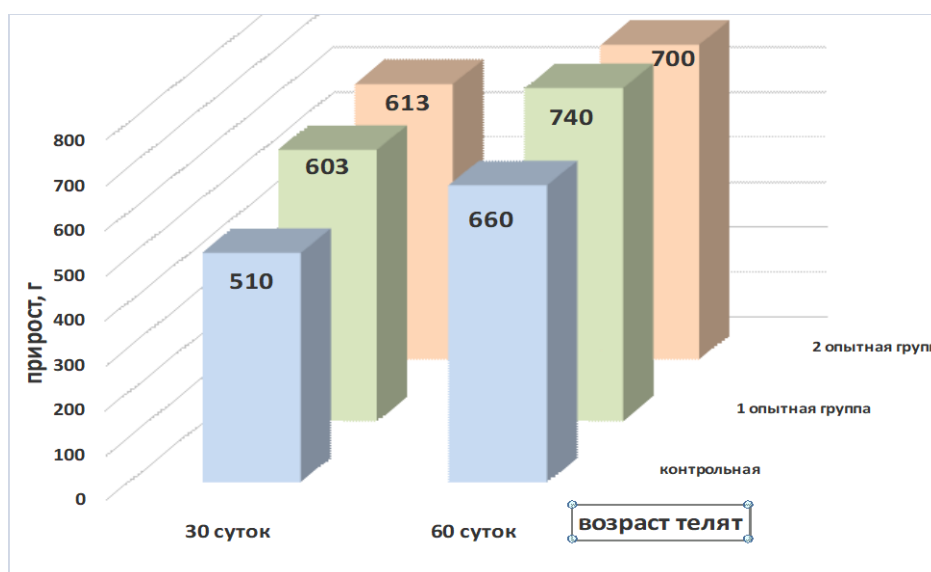


Рисунок 3 – Среднесуточный прирост телят

В 30-суточном возрасте живая масса телят, матерям которых инъектировали препарат «Salus-P-E», составила $56,7 \pm 0,93$ кг, а среднесуточный прирост – $603 \pm 10,59$ г. Телята второй опытной группы достигли в месячном возрасте $55,8 \pm 1,30$ кг, динамика их роста была несколько выше и составила $613 \pm 14,86$ г. В двухмесячном возрасте живая масса телят 1-й опытной группы составила $78,9 \pm 1,45$ кг при среднесуточном приросте $740 \pm 14,54$ г, а 2-й опытной – $76,8 \pm 1,39$ кг и $700 \pm 11,35$ г, что также было достоверно выше, чем у контрольных животных. Живая масса телят на втором месяце жизни в 1-й и 2-й опытных группах превосходила контрольные значения на 11,4 и 8,5% соответственно. В таблице 3 приведены данные по заболеваемости подопытных телят.

Таблица 3 - Заболеваемость и сохранность телят

Показатель	Группа животных					
	контрольная		1 опытная Salus-P-E		2 опытная Bovistim-K	
	п	%	п	%	п	%
Количество телят в начале исследования, голов	8	100	8	100	8	100
Случаи заболевания, голов	5	62,5	2	25,0	2	25,0
В том числе:						
гастроэнтериты, диспепсии	4	50,0	2	25,0	2	25,0
бронхиты, бронхопневмонии	1	12,5	-	-	-	-
Падёж, гол.	1	12,5	-	-	-	-
Количество телят в конце исследования, голов	7	87,5	8	100	8	100
Сохранность, %	87,5		100		100	

Превосходство животных опытных групп по показателям интенсивности роста обусловлено высокой заболеваемостью контрольных телят. За весь период наблюдения нами зарегистрировано 9 случаев заболевания (5 из них в контрольной группе). В большей степени распространены болезни желудочно-кишечного тракта. Заболевания телят возникали преимущественно в первый месяц жизни. В контрольной группе пал один теленок с токсической формой диспепсии. В опытных группах сохранность составила 100%, в контрольной – 87,5%.

Ссылаясь на полученные результаты, можно заключить, что применение иммуностимулирующих препаратов «Salus-P-E» и «Bovistim-K» повышает иммунокомпетентные свойства молозива, что способствует формированию в организме новорожденных телят высокого уровня колострального иммунитета. Данный фактор определял частоту и тяжесть течения желудочно-кишечных и респираторных заболеваний.

Заключение. Молозиво коров-первотелок не всегда содержит достаточный уровень Ig, поэтому целесообразно использовать иммуностимулирующие препараты для повышения ценности молозива. Так, на фоне применения биопрепаратов установлено достоверное увеличение сухого вещества молозива – на 1,5 и 1,3%; общего белка молозива – на 3,08 и 3,32%; иммуноглобулинов – на 26,9 и 31,2%, кальция – на 0,06 и 0,08%; жира – на 0,45 и 0,17%.

В первые сутки жизни телят 1 и 2 опытных групп установлено повышение в сыворотке крови по сравнению с контролем: альбуминов – на 7,9 и 8,4%; α-глобулинов – на 18,6 и 15,7%, β-глобулинов – на 22,1 и 16,9%, γ-глобулинов на 24,4 и 21,4% соответственно.

Выпойка качественного молозива (показатель Брикс выше 24) способствовало повышению среднесуточных приростов у телят 1-й и 2-й опытных групп на 18,2 и 20,2%. Телята 1-й и 2-й опытных групп превосходили по живой массе на втором месяце жизни контрольных сверстниц на 11,4 и 8,5% соответственно. В контрольной группе заболеваемость телят составила 62,5%, в 1-й и 2-й опытных – 25,0%, а сохранность – 87,5% в контроле и 100% в опытных группах.

Таким образом, биопрепараты «Salus-P-E» и «Bovistim-K» дают возможность вырастить здоровых ремонтных телок за счет повышения пассивного колострального иммунитета и снижения заболеваемости в ранний постнатальный период. Высокая эффективность разработанных и апробированных препаратов основана на свойствах их компонентов активизировать обменные процессы в организме через гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковую систему и способности подавлять жизнедеятельность болезнетворных агентов.

Conclusion. Colostrum of first-calf cows does not always contain a sufficient level of Ig, therefore, it is advisable to use immune stimulating drugs to increase the value of colostrum. So, against the background of the use of biological preparations, a significant increase in the dry matter of colostrum was found – by 1.5 and 1.3%; total colostrum protein – by 3.08 and 3.32%; immunoglobulins – by 26.9 and 31.2%, calcium – by 0.06 and 0.08%; fat – by 0.45 and 0.17%. On the first day of life, calves of the 1 and 2 exper-

imental groups showed an increase in blood serum compared to the controls: albumins – by 7.9 and 8.4%; α -globulins – by 18.6 and 15.7%, β -globulins – by 22.1 and 16.9%, γ -globulins by 24.4 and 21.4%, respectively.

Drinking high-quality colostrum (Brix index over 24) contributed to an increase in average daily gains in calves of the 1st and 2nd experimental groups by 18.2 and 20.2%. Calves of the 1st and 2nd experimental groups in the second month of life, exceeded the control peers in live weight by 11.4 and 8.5%, respectively. In the control group, the morbidity rate of calves was 62.5%, in the 1st and 2nd experimental – 25.0%, and safety rate – 87.5% in the control and 100% in the experimental groups. Thus, Salus-P-E and Bovistim-K biopreparations make it possible to grow healthy replacement heifers by increasing the passive colostrum immunity and reducing morbidity in the early postnatal period. The high efficacy of the developed and tested drugs is based on the ability of their components to activate metabolic processes in the body through the hypothalamic-pituitary-adrenal system and the ability to suppress the vital activity of pathogenic agents.

Список литературы. 1. Белко, А. А. Структура заболеваемости животных незаразными болезнями / А. А. Белко, Г. Э. Дремач, М. С. Мацинович // Ветеринарный журнал Беларуси. – 2022. – № 1(16). – С. 3–6. 2. Выращивание теленка от рождения до высокопродуктивной коровы: технологические, кормовые и ветеринарные аспекты : учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки «Зоотехния» (квалификация – бакалавр) и (квалификация – магистр) / Л. И. Подобед [и др.] ; под ред. Л. И. Подобеды ; РГАУ–МСХА им. К. А. Тимирязева, ООО «Биотроф». – СПб. : РАИТ ПРИНТ ЮГ, 2017. – 578 с. 3. Семенов, В. Г. Способ повышения молочной продуктивности и качества молока коров / В. Г. Семенов, Е. П. Симурзина // Научно-образовательные и прикладные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции : сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения А. И. Кузнецова. – Чебоксары, 2020. – Ч. 2. – С. 142–148. 4. Симурзина, Е. П. Заболеваемость и сохранность, продуктивные и воспроизводительные качества импортного голштинского скота / Е. П. Симурзина // Молодежь и инновации : материалы XV Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов. – Чебоксары, 2019. – С. 198–203. 5. Chuck, G. M. Factors affecting colostrum quality in Australian pasture-based dairy herds / G. M. Chuck, P. D. Mansell, M. A. Stevenson // Australian veterinary journal. – 2017. – Vol. 95(11). – P. 421–426. 6. Godden, S. Colostrum management for dairy calves / S. Godden // Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice. – 2008. – Vol. 24, № 1. – P. 19–39. 7. Factors associated with colostrum immunoglobulin G concentration in Northern-Victorian dairy cows / A. J. Phipps [et al] // Australian veterinary journal. – 2017. – № 95(7). – P. 237–243. 8. Factors associated with colostrum quality and effects on serum gamma globulin concentrations of calves in Swiss dairy herds / C. Reschke [et al] // Journal of veterinary internal medicine. – 2017. – № 31(5). – P. 1563–1571. 9. Semenov, V. Prevention of transport stress in imported heifers improves their health status and their productive parameters / V. Semenov, R. Mudarisov, G. Larionov // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: International AgroScience Conference. – Cheboksary, 2020. – P. 012025/ – DOI 10.1088/1755-1315/433/1/012025. 10. Semenov, V. Veterinary and hygienic methods of directed reproduction in formation of healthy herds of cows / V. Semenov, A. Maykotov, S. Kondruchina // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – Cheboksary, 2021. – P. 012–021. – DOI 10.1088/1755-1315/935/1/012021. 11. Prewearing milk replacer intake and effects on long-term productivity of dairy calves / F. Soberon [et al] // Journal of Dairy Science. – 2012. – Vol. 95, № 2. – P. 783–793.

References. 1. Belko, A. A. Struktura zaboлеваemosti zhivotnykh nezaraznymi boleznyami / A. A. Belko, G. E. Dremach, M. S. Matsinovich // Veterinarnyi zhurnal Belarusi. – 2022. – № 1(16). – S. 3–6. 2. Vyrashchivanie telenka ot rozhdeniia do vysokoproduktivnoi korovy: tekhnologicheskie, kormovye i veterinarnye aspekty : uchebnik dlia studentov vysshikh uchebnykh zavedenii, obuchaiushchikhsia po napravleniiu podgotovki «Zootekhniia» (kvalifikatsiia – bakalavr) i (kvalifikatsiia – magistr) / L. I. Podobed [i dr.] ; pod red. L. I. Podobeda ; RGAU–MSKHa im. K. A. Timiriyezva, OOO «Biotrof». – SPb. : RAIT PRINT luG, 2017. – 578 s. 3. Semenov, V. G. Sposob povysheniia molochnoi produktivnosti i kachestva moloka korov / V. G. Semenov, E. P. Simurzina // Nauchno-obrazovatelnye i prikladnye aspekty proizvodstva i pererabotki sel'skokhoziaistvennoi produktsii : sbornik materialov Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, posviashchennoi 90-letiiu so dnia rozhdeniia A. I. Kuznetsova. – Cheboksary, 2020. – Ch. 2. – S. 142–148. 4. Simurzina, E. P. Zaboлеваemost i sokhrannost, produktivnye i vosproizvoditelnye kachestva importnogo golshinskogo skota / E. P. Simurzina // Molodezh i innovatsii : materialy XV Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii molodykh uchenykh, aspirantov i studentov. – Cheboksary, 2019. – S. 198–203. 5. Chuck, G. M. Factors affecting colostrum quality in Australian pasture-based dairy herds / G. M. Chuck, P. D. Mansell, M. A. Stevenson // Australian veterinary journal. – 2017. – Vol. 95(11). – P. 421–426. 6. Godden, S. Colostrum management for dairy calves / S. Godden // Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice. – 2008. – Vol. 24, № 1. – P. 19–39. 7. Factors associated with colostrum immunoglobulin G concentration in Northern-Victorian dairy cows / A. J. Phipps [et al] // Australian veterinary journal. – 2017. – № 95(7). – P. 237–243. 8. Factors associated with colostrum quality and effects on serum gamma globulin concentrations of calves in Swiss dairy herds / C. Reschke [et al] // Journal of veterinary internal medicine. – 2017. – № 31(5). – P. 1563–1571. 9. Semenov, V. Prevention of transport stress in imported heifers improves their health status and their productive parameters / V. Semenov, R. Mudarisov, G. Larionov // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: International AgroScience Conference. – Cheboksary, 2020. – P. 012025/ – DOI 10.1088/1755-1315/433/1/012025. 10. Semenov, V. Veterinary and hygienic methods of directed reproduction in formation of healthy herds of cows / V. Semenov, A. Maykotov, S. Kondruchina // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – Cheboksary, 2021. – P. 012–021. – DOI 10.1088/1755-

1315/935/1/012021. 11. *Prewaning milk replacer intake and effects on long-term productivity of dairy calves / F. Soberon [et al] //Journal of Dairy Science. – 2012. – Vol. 95, № 2. – P. 783–793.*

Поступила в редакцию 04.03.2023.

DOI 10.52368/2078-0109-2023-59-2-146-149
УДК 54.06.066:615

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЕРМАНГАНАТА КАЛИЯ В ФАРМАКОПЕЙНЫХ ПРЕПАРАТАХ

Холод В.М. ORCID ID 0000-0002-3241-805X, Пипкина Т.В. ORCID ID 0000-0002-2761-8033
УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»,
г. Витебск, Республика Беларусь

*Проведен сравнительный анализ методов количественного определения перманганата калия. Метод спектрометрии по ряду своих критериев сопоставим с методом иодометрии и может быть использован для проведения фармакопейного анализа. Кроме того, он более технологичен и экспрессивен. **Ключевые слова:** перманганат калия, фармакопея, иодометрия, спектрофотометрия, оксалатометрия.*

COMPARATIVE EVALUATION OF METHODS FOR DETERMINING POTASSIUM PERMANGANATE IN PHARMACOPEIC PREPARATIONS

Cholod V.M., Pipkina T.V.
EE “Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine”, Vitebsk, Republic of Belarus

*Comparative analysis of methods of quantitative determination of potassium permanganate was conducted. The spectrometry method is comparable to iodometry in a number of its criteria and can be used for pharmaceutical analysis. It is also more technological and expressive. **Keywords:** potassium permanganate, pharmacopoeia, iodometry, spectrophotometry, oxalatometry.*

Введение. Развитие фармацевтической отрасли, разработка и увеличение производства лекарственных препаратов, используемых в ветеринарии, является важным фактором сохранения поголовья сельскохозяйственных животных. Условием производства любых лекарственных средств является обязательный контроль качества производимой продукции и, в первую очередь количественное определение как основной субстанции, так и вспомогательных веществ и примесей, попадающих в них процессе производства. Для этих целей используются различные аналитические методы – как титриметрические, так и инструментальные (физические и физико-химические), которые приведены в ГФ РБ, фармацевтических статьях и других нормативных документах, регламентирующих состав и требования, предъявляемые к производимому лекарственному препарату [1]. Поиск и совершенствование фармакопейных методов анализа постоянно продолжается и неразрывно связан с развитием и совершенствованием фармацевтического производства.

В работе представлены результаты исследования фармакопейных препаратов перманганата калия различными методами. Фармакопейными препаратами, используемыми в качестве лечебного средства, являются 0,0125%, 1% и 5% растворы перманганата калия (2). Перманганат калия применяют в качестве антисептического средства для промывания ран разного характера при дерматитах, ожогах, тяжелых гнилостных инфекциях, раневых повреждениях, инфекциях матки [3].

В настоящее время в качестве фармакопейных широко используются химические титриметрические методы анализа, основанные на определении объема раствора известной концентрации (титранта), затраченного на реакцию с определяемым веществом. Именно к этой группе относится метод иодометрии, рекомендованный в качестве фармакопейного [4]. Однако по мере совершенствования аналитических методов все в большей степени используются инструментальные методы анализа, к числу которых относится и метод абсорбционной спектрометрии. Этот метод основан на специфическом поглощении электромагнитного излучения определенной длины волны анализируемым веществом. В определенном диапазоне концентраций наблюдается линейная зависимость между концентрацией перманганата калия и оптической плотностью раствора, что позволяет проводить количественные измерения [5].

В настоящей работе приводятся результаты количественного определения содержания перманганата калия в фармакопейных препаратах методами спектрометрии, иодометрии и оксалатометрии.

Материалы и методы исследований. Для проведения сравнительного анализа содержания перманганата калия различными методами были приготовлены 0,0125%, 1% и 5% растворы перманганата калия, соответствующие его содержанию в фармакопейных препаратах [6].

При проведении определения методом абсорбционной спектрометрии использовался спектрофотометр марки ПЭ-5300ВИ. Определение оптической плотности проводилось при длине волны 528 нм. Для перевода оптической плотности в единицы концентрации использовали метод калибровочного графика, охватывающий диапазон изучаемых концентраций.

Метод оксалатометрии основан на титровании горячего 0,1 н раствора щавелевой кислоты раствором перманганата калия в кислой среде. 1 мл 0,1 н раствора щавелевой кислоты эквивалентен 3,16 мг перманганата калия [7].

Фармакопейным методом исследования является титриметрический метод иодометрии, основанный на взаимодействии перманганата калия KMnO_4 с иодидом калия KI в кислой среде и использовании в качестве титранта 0,1 н раствора тиосульфата натрия $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$.

Каждая концентрация определялась всеми тремя методами исследования в 8 повторностях.

Для оценки правильности полученных результатов рассчитывались средние значения определяемой величины ($\bar{x}$), относительная ошибка (δ), размах колебаний (Lim), средняя квадратичная ошибка (среднее квадратичное отклонение (s), коэффициент вариации (W), доверительный интервал ($\bar{x} \pm 2s$) при доверительной вероятности $P < 0,05$) [8].

Относительная ошибка рассчитывалась по формуле:

$$\delta = \frac{\Delta C}{C} \times 100\%$$

где ΔC - абсолютная ошибка (разность между результатом определения и действительным значением);

C - действительное значение определяемой величины.

Средняя квадратичная ошибка (стандартное отклонение) рассчитывалась по формуле:

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

где S - средняя квадратичная ошибка;

x_i - значение единичного определения;

$\bar{x}$ - среднее значение определяемой величины;

n - число определений (объем выборки).

Средняя квадратичная ошибка характеризует воспроизводимость результатов определения. Она позволяет определить доверительный интервал, т.е. интервал, в пределах которого находится действительное значение определяемой величины. Кроме того, использование средней квадратичной ошибки позволяет определить и доверительную вероятность (P) определения этой статистической величины.

Коэффициент вариации рассчитывался по формуле:

$$W = \frac{s}{\bar{x}} \cdot 100\%$$

где W - коэффициент вариации.

Результаты исследований. Результаты сравнительного анализа содержания перманганата калия титриметрическим и спектрометрическим методами представлены в таблице.

При исследовании 0,0125% раствора перманганата калия методом спектрометрии среднее содержание составило 0,0126%, абсолютная ошибка – 0,0001% и относительная ошибка – 2,7%. Для объективной оценки воспроизводимости метода используется, как правило, относительная ошибка, так как она дается в сопоставлении с действительной величиной. С этой же целью для определения правильности, воспроизводимости и рассеивания вариант вокруг среднего определяется среднее квадратичное отклонение, коэффициент вариации и область доверительного интервала, в который укладываются результаты определения.

При использовании метода спектрометрии среднее квадратичное отклонение составило 0,0003 и область доверительного интервала, в который укладывались результаты определения с доверительной вероятностью $p < 0,05$, составила $0,0126 \pm 0,0006$ при коэффициенте вариации -2,3%.

При исследовании фармакопейного препарата с 1% содержанием перманганата калия абсолютная ошибка составила в среднем 0,034% и относительная ошибка – 6,2%. Среднее квадратичное отклонение составило 0,092, и при доверительной вероятности $p < 0,05$ область доверительного интервала была $1,034 \pm 0,18$.

Среднее содержание перманганата калия в препарате с 5% его содержанием составило 5,07%, абсолютная и относительная ошибка – соответственно 0,07% и 2,7%, доверительный интервал – $5,07 \pm 0,38$ и коэффициент вариации – -3,3%.

Таблица – Сравнительная оценка методов определения перманганата калия в фармакопейных препаратах

№ п/п	Концентрация KMnO_4 , %	Пределы колебаний, Lim	Среднее значение x, %	Относительная ошибка, %, δ	Стандартное отклонение, s	Доверительный интервал, $x \pm 2s$ при $p < 0.05$	Коэффициент вариации W, %
Метод спектрометрии							
1	0,0125	0,012-0,013	0,0126	2,7	0,0003	0,0126 $\pm$ 0,0006	2,3
2	1	0,939-1,165	1,034	6,2	0,92	1,034 $\pm$ 0,18	8,8
3	5	4,85-5,47	5,7	2,7	0,19	5,07 $\pm$ 0,38	3,3
Метод иодометрии							
4	0,0125	0,0124-0,0137	0,0129	3,4	0,0005	0,0128 $\pm$ 0,0001	0,4
5	1	0,95-1,24	1,057	8	0,099	1,057 $\pm$ 0,198	9,3
6	5	4,82-5,19	5,03	1,6	0,109	5,03 $\pm$ 0,208	2,9
Метод оксалатометрии							
7	0,0125	0,087-0,0179	0,0123	19,2	0,003	0,0123 $\pm$ 0,006	24
8	1		0,0986	9,1	0,092	0,0986 $\pm$ 0,184	9,2
9	5	4,89	5,015	1,45	0,102	5,05 $\pm$ 0,204	2

Метод спектрометрии достаточно чувствителен, так как наиболее точные и воспроизводимые результаты получены при минимальной концентрации 0,0125% и доверительном интервале 0,0126 $\pm$ 0,0006. Хорошая линейная зависимость наблюдается и при максимальной концентрации. Наименее точные и воспроизводимые результаты (относительная ошибка 6,2% и коэффициент вариации 8,8%) наблюдались при средней концентрации, что соответствует примерно фармакопейному методу иодометрии.

Исследование тех же препаратов перманганата калия титриметрическими методами иодометрии и методом оксалатометрии дало следующие результаты.

Исследование препарата перманганата калия 0,0125% концентрации методом иодометрии дало наиболее точный и воспроизводимый результат. В то же время метод оксалатометрии, относящийся к той же группе титриметрических методов, дает значительно худшие по точности чувствительности и воспроизводимости результаты. При низкой концентрации перманганата калия относительная ошибка – 19,2%, коэффициент вариации – 24%, доверительный интервал – 0,006 при среднем значении 0,0123%.

Исследование препаратов перманганата калия 1% и 5% концентрации обоими методами дало примерно одинаковые результаты. Для 1% раствора при использовании метода иодометрии средняя относительная ошибка составила 8% и коэффициент вариации – 9,3% для метода оксалатометрии – соответственно 9,1% и коэффициент вариации – те же 9,2%.

Более точные результаты методы иодометрии и оксалатометрии имеют при 5% концентрации перманганата калия. При использовании метода иодометрии среднее содержание составило 5,03%, относительная ошибка – 1,6% и коэффициент вариации – 2,9%. При использовании метода оксалатометрии соответствующие значения этих показателей были 5,015%, 1,45%, 2%.

Заключение. Метод спектрометрии по своим параметрам может быть использован для количественной оценки фармакопейных препаратов перманганата калия. Он более технологичен и экспрессивен по сравнению с титриметрическими методами.

Титриметрический метод оксалатометрии недостаточно чувствителен при низких концентрациях. Он не может быть рекомендован для оценки всего количественного спектра фармакопейных препаратов, содержащих перманганат калия.

Conclusion. By its parameters, the spectrometry method can be used to quantify pharmacopoeic preparations of potassium permanganate. It is more technological and expressive than titrimetric methods.

The titrimetric oxalatometry method is not sufficiently sensitive at low concentrations. It cannot be recommended to estimate the total quantity of pharmacopoeic drugs contained in potassium permanganate.

Список литературы. 1. Холод, В. М. К возможности использования различных методов определения аскорбиновой кислоты в фармакопейном анализе / В. М. Холод, Т. В. Пипкина // Ученые записки учреждения образования "Витебская ордена "Знак Почета" государственная академия ветеринарной медицины". – 2021. – Т. 57, вып. 3. – С. 117–122. – DOI 10.52368/2078-0109-2021-57-3-117-122. 2. Холод, В. М. Клиническая биохимия: учебное пособие для студентов вузов по специальности "Ветеринарная медицина" / В. М. Холод, А. П. Курдеко. – Витебск: УО ВГАВМ, 2005. – Ч. 1. – 188 с. 3. Холод, В. М. Справочник по ветеринарной биохимии / В. М. Холод, Г. Ф. Ермалаев. – Минск: Ураджай, 1988. – 168 с. 4. Государственная фармакопея Республики Беларусь. Т.2. Контроль качества субстанций для фармацевтического использования и лекарственного

растительного сырья / М-во здравоохран. Респ. Беларусь, УП "Центр экспертиз и испытаний в здравоохранении"; под общ. ред. С.И.Марченко. – Молодечно: Типография "Победа", 2016 – 1386 с. 5. Руководство по инструментальным методам исследования при работе и экспертизе качества лекарственных препаратов / под ред. С. Н. Быковского [и др.]. – М.: Изд-во Перо, 2014. – 656 с. 6. Государственная фармакопея Республики Беларусь: в 2 т. Т. 1: Общие методы контроля качества лекарственных средств / Центр экспертиз и испытаний в здравоохранении; Под общ. ред. А.А.Шерякова. – Молодечно: Типография "Победа", 2012. – 1220 с. 7. Холод, В. М. Основы аналитической химии / В. М.Холод, Т. В.Пипкина, О. В.Господарик. – Витебск: ВГАВМ, 2014. – 298 с. 8. Зайдель, А. И. Элементарные оценки ошибок измерения / А. И. Зайдель. – М.: Наука, 1965. – 80 с.

References. 1. Kholod, V. M. K vozmozhnosti ispolzovaniia razlichnykh metodov opredeleniia askorbinovoi kisloty v farmakopeinom analize / V. M. Kholod, T. V. Pipkina // Uchenye zapiski uchrezhdeniia obrazovaniia "Vitebskaia ordena "Znak Pocheta" gosudarstvennaia akademiia veterinarnoi meditsiny". – 2021. – Т. 57, вып. 3. – С. 117–122. – DOI 10.52368/2078-0109-2021-57-3-117-122.2. Kholod, V. M. Klinicheskaia biokhimiia: uchebnoe posobie dlia studentov vuzov po spetsialnosti "Veterinarnaia meditsina" / V. M. Kholod, A. P. Kurdeko. – Vitebsk: UO VGAVM, 2005. – Ch. 1. – 188 s. 3. Kholod, V. M. Spravochnik po veterinarnoi biokhimii / V. M. Kholod, G. F. Ermalaev. – Minsk: Uradzhai, 1988. – 168 s. 4. Gosudarstvennaia farmakopeia Respubliki Belarus. T.2. Kontrol kachestva substantsii dlia farmatsevticheskogo ispolzovaniia i lekarstvennogo rastitelnogo syria / M-vo zdravookhr. Resp. Belarus, UP "Tsentr ekspertiz i ispytaniy v zdravookhraneni"; pod obshch. red. S.I.Marchenko. – Molodechno: Tipografiia "Pobeda", 2016 – 1386 s. 5. Rukovodstvo po instrumentalnym metodam issledovaniia pri rabote i ekspertize kachestva lekarstvennykh preparatov / pod red. S. N. Bykovskogo [i dr.]. – М.: Izd-vo Pero, 2014. – 656 s. 6. Gosudarstvennaia farmakopeia Respubliki Belarus: v 2 t. Т. 1: Obshchie metody kontroliia kachestva lekarstvennykh sredstv / Tsentr ekspertiz i ispytaniy v zdravookhraneni; Pod obshch. red. A.A.Sheriakova. – Molodechno: Tipografiia "Pobeda", 2012. – 1220 s. 7. Kholod, V. M. Osnovy analiticheskoi khimii / V. M. Kholod, T. V. Pipkina, O. V. Gospodarik. – Vitebsk: VGAVM, 2014. – 298 s. 8. Zaidel, A. I. Elementarnye otsenki oshibok izmereniia / A. I. Zaidel. – М.: Nauka, 1965. – 80 s.

Поступила в редакцию 02.05.2023.

СОДЕРЖАНИЕ

Ветеринария

1. **КЛИНИКО-МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЖЕЛЕЗИСТО-КИСТОЗНОЙ ГИПЕРПЛАЗИИ ЭНДОМЕТРИЯ У КОРОВ** 4
Бондарев И.В., Михалёв В.И.
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии», г. Воронеж, Российская Федерация
2. **ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПРЕПАРАТА «ГЕНТАБИФЕРОН-Б» НА МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ОРГАНИЗМА МЫШЕЙ В УСЛОВИЯХ ПРОТИВООПУХОЛЕВОЙ ТЕРАПИИ** 9
Грицюк В.А., Востроилова Г.А., Корчагина А.А., Хохлова Н.А., Шабанов Д.И., Некрасов А.В.
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии», г. Воронеж, Российская Федерация
3. **РАЗРАБОТКА ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПОЛУЧЕНИЯ И КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ИНАКТИВИРОВАННОЙ ЭМУЛЬГИРОВАННОЙ ВАКЦИНЫ ДЛЯ ПРОФИЛАКТИКИ САЛЬМОНЕЛЛЕЗА ПТИЦ** 14
Даровских И.А.
Витебская областная ветеринарная лаборатория, г. Витебск, Республика Беларусь
4. **ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И ПРОФИЛАКТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИНАКТИВИРОВАННОЙ ЭМУЛЬГИРОВАННОЙ ВАКЦИНЫ ДЛЯ ПРОФИЛАКТИКИ САЛЬМОНЕЛЛЕЗА ПТИЦЫ** 18
Даровских И.А.
Витебская областная ветеринарная лаборатория, г. Витебск, Республика Беларусь
5. **ВЛИЯНИЕ ЛЕЧЕБНО ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ В СУХОСТОЙНОМ ПЕРИОДЕ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ АНТИБИОТИКОТЕРАПИИ МАСТИТА У ЛАКТИРУЮЩИХ КОРОВ** 22
Жуков М.С., Галкин А.В.
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт патологии, фармакологии и терапии», г. Воронеж, Российская Федерация
6. **МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ОРГАНОВ ПИЩЕВАРИТЕЛЬНОГО КАНАЛА У ЛЕБЕДЯ-ШИПУНА** 25
Журов Д.О.
УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь
7. **ПАТОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ У ПЕРВОТЕЛОК ПРИ АССОЦИТИВНОМ ТЕЧЕНИИ ЗАБОЛЕВАНИЯ, ВЫЗВАННОГО ГЕМОЛИТИЧЕСКИМ ШТАММОМ *E. COLI* И ГЕРПЕСВИРУСОМ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА 1-ГО ТИПА** 30
***Миронова А.А., *Миронова Л.П., *Хамидуллин Т.Ш., *Сидоренко Н.Г., **Павленко О.Б., ***Манжурина О.А.**
*ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет», п. Персиановский, Российская Федерация
**ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», г. Воронеж, Российская Федерация
***ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии», г. Воронеж, Российская Федерация
8. **СЕЗОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПРУДОВОЙ ВОДЕ РЫБОВОДЧЕСКОГО ХОЗЯЙСТВА ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ** 38
Михайлов Е.В., Дрожжин О.С., Шпилов В.В., Иванова Н.Н.
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии», г. Воронеж, Российская Федерация

9. **АНАЛИЗ ЗАРАЖЕННОСТИ ГЕЛЬМИНТАМИ ЧУЖЕРОДНЫХ ВИДОВ РЫБ СЕМЕЙСТВА GOBIIDAE С ТЕРРИТОРИИ ПГРЭЗ** 41
*Надина Н.Г., **Акимова Л.Н.
*Государственное природоохранное научно-исследовательское учреждение «Полесский государственный радиационно-экологический заповедник», г. Хойники, Республика Беларусь
**Государственное научно-производственное объединение «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по биоресурсам», г. Минск, Республика Беларусь
10. **КОНЦЕНТРАЦИЯ ЦИНКА, МАРГАНЦА, МЕДИ В ПОКРОВНОМ ВОЛОСЕ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ СОДЕРЖАНИЯ, СЕЗОННОСТИ И ТОПОГРАФИЧЕСКОГО УЧАСТКА ТЕЛА** 46
Осипова В.Н., Ревякин И.М.
УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь
11. **ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ НАТИВНОЙ И ДЕКОНСЕРВИРОВАННОЙ СПЕРМЫ КОТОВ С РАЗНЫМ АНТИГЕННЫМ ПРОФИЛЕМ ЭРИТРОЦИТОВ** 50
*Петряева А.В., *Ватников Ю.А., ***Ткачев А.В., **Ткачева О.Л.
*ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», г. Москва, Российская Федерация
**ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К.А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация
12. **УРОВЕНЬ ЭКСПРЕССИИ ГЕНОВ ПРО- И ПРОТИВОВОСПАЛИТЕЛЬНЫХ ЦИТОКИНОВ В КРОВИ КОРОВ ПРИ ГИПОФУНКЦИИ ЯИЧНИКОВ И ПРИМЕНЕНИИ ПРЕПАРАТА НА ОСНОВЕ ГМ-КСФ** 55
Степанов Е.М., Михалёв В.И., Пасько Н.В.
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии», г. Воронеж, Российская Федерация
13. **ВЛИЯНИЕ ВИДОСПЕЦИФИЧНОГО ПРЕПАРАТА «ПРОСТИМУЛ» НА УРОВЕНЬ ЭКСПРЕССИИ ГЕНА IL-1 НОВОРОЖДЕННЫХ ПОРОСЯТ, БОЛЬНЫХ КОЛИБАКТЕРИОЗОМ** 60
*Стребкова В.В., **Сыромятников М.Ю., *Пасько Н.В., *Хохлова Н.А., *Стрельников Н.А., *Михайлов Е.В.
*ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии», г. Воронеж, Российская Федерация
**ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», г. Воронеж, Российская Федерация
14. **ВЕТЕРИНАРНАЯ СЛУЖБА И ЕЕ РОЛЬ В ОБЕСПЕЧЕНИИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ** 66
*Субботина И.А., **Субботин А.М.
*УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь
**Витебский областной исполнительный комитет, г. Витебск, Республика Беларусь
15. **ЗООНОЗНЫЕ БОЛЕЗНИ В ВОПРОСЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ, ИХ МОНИТОРИНГ И ПРОФИЛАКТИКА** 70
Субботина И.А.
УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь
16. **ИЗУЧЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В РАЦИОНАХ ТЕЛЯТ СУХОЙ ПЛАЗМЫ КРОВИ** 73
Сыса Л.В., Сыса С.А.
УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь
17. **КОПЫТНЫЕ ВАННЫ В СИСТЕМЕ МЕРОПРИЯТИЙ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЗДОРОВЬЯ КОПЫТЕЦ КОРОВ** 77
*Тюрин В.Г., *Родионова Н.В., **Семенов В.Г., **Косяев Н.И., **Паторов Д.А., **Алексеев Р.М., ***Авылов Ч.К., ****Капитонова Е.А.
*ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии — МВА им. К.И. Скрябина», г. Москва, Российская Федерация
**Чувашский государственный аграрный университет, г. Чебоксары, Российская Федерация
***ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств», г. Москва, Российская Федерация
****УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь

18. **МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ И НАДПОЧЕЧНИКОВ БЕЛОГРУДОГО ЕЖА В ПЕРИОД НОВОРОЖДЕННОСТИ** 83
Федотов Д.Н.
УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь
19. **СОСТОЯНИЕ ЛИПИДНОГО И УГЛЕВОДНОГО ОБМЕНОВ У СВИНОМАТОК В РАЗНЫЕ ПЕРИОДЫ РЕПРОДУКТИВНОГО ЦИКЛА ПРИ ВОЗНИКНОВЕНИИ ПОСЛЕРОДОВОЙ ПАТОЛОГИИ** 87
Шахов А.Г., Сашнина Л.Ю., Коцарев В.Н., Чусова Г.Г., Никоненко Г.В.
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии», г. Воронеж, Российская Федерация

Зоотехния

20. **ВЛИЯНИЕ ИНТЕРВАЛЬНОГО ДОЕНИЯ КОЗ-ПРОДУЦЕНТОВ НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ И СОДЕРЖАНИЕ ЛАКТОФЕРРИНА ЧЕЛОВЕКА В МОЛОКЕ ЖИВОТНЫХ** 93
Будевич А.И., Петрушко Е.В., Ермолицкий В.Н., Пайтерова О.В., Свирская А.А.
РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству», г. Жодино, Республика Беларусь
21. **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕТРАДИЦИОННЫХ ЦЕЛЛЮЛОЗОСОДЕРЖАЩИХ ДОБАВОК В РАЦИОНАХ КОРОВ КАК АЛЬТЕРНАТИВА СНИЖЕНИЮ ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ** 99
*Засеев А.Т., **Семененко М.П.
*ФГБОУ ВО «Горский государственный аграрный университет»
**ФГБНУ «Краснодарский научный центр по зоотехнии и ветеринарии»
22. **МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ СУХОСТОЙНЫХ КОРОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ В СОСТАВЕ РАЦИОНОВ КОРМОВЫХ ДОБАВОК «МЕГАШАНС-I» И «МЕГАШАНС-II»** 103
Карпеня М.М., Гуйван В.В.
УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь
23. **ПРОДУКТИВНОСТЬ ДОЙНЫХ КОРОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ СОДЕРЖАНИЯ** 108
Рубина М.В., Щебеток И.В.
УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь
24. **ОЦЕНКА ПРОДУКТИВНОСТИ СВИНЕЙ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ СЕЛЕКЦИОННО-ГЕНЕТИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ И МЕТОДОВ** 113
*Шейко И.П., **Казаровец И.Н., *Приступа Н.В., *Тимошенко Т.Н., *Зяц В.Н.
*РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству», г. Жодино, Республика Беларусь
**УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь
25. **ФОРМИРОВАНИЕ ГЕНЕАЛОГИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ПОГОЛОВЬЯ БЫКОПРОИЗВОДЯЩИХ КОРОВ И ПЛЕМЕННЫХ БЫКОВ ГОЛШТИНСКОЙ ПОРОДЫ МОЛОЧНОГО СКОТА ОТЕЧЕСТВЕННОЙ СЕЛЕКЦИИ В ПЛЕМЕННЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ МИНСКОЙ ОБЛАСТИ С УЧЕТОМ ГЕНОТИПОВ ПО β -КАЗЕИНУ** 118
Шейко И.П., Климец Н.В., Песоцкий Н.И., Шеметовец Ж.И.
РУП «Научно-практический центр Национальной Академии наук Беларуси по животноводству», г. Жодино, Республика Беларусь

Биология

26. **КРОВСОСУЩИЕ ЧЛЕНИСТОНОГИЕ (*ACARI: IXODIDAE; DIPTERA: CULICIDAE, SIMULIIDAE*) В НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТАХ РАЗЛИЧНОЙ КАТЕГОРИИ НА ТЕРРИТОРИИ МОГИЛЕВСКОЙ ОБЛАСТИ БЕЛАРУСИ** 124
Бычкова Е.И., Якович М.М., Сусло Д.С., Довнар Д.В.
 Государственное научно-производственное объединение «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по биоресурсам», г. Минск, Республика Беларусь

27. **ПОКАЗАТЕЛИ НЕСПЕЦИФИЧЕСКОЙ РЕЗИСТЕНТНОСТИ МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ КЛИНИЧЕСКИ ЗДОРОВЫХ И БОЛЬНЫХ МАСТИТОМ КОРОВ** 129
Зимников В.И., Павленко О.Б., Манжурина О.А., Каширина Л.Н., Тюрина Е.В.
 ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии», г. Воронеж, Российская Федерация

28. **МОРФОБИОХИМИЧЕСКИЙ СТАТУС ЛАКТИРУЮЩИХ КОРОВ В ДИНАМИКЕ РАЗВИТИЯ СУБКЛИНИЧЕСКОГО МАСТИТА** 134
Павленко О.Б., Зимников В.И., Чусова Г.Г., Тюрина Е.В., Перегончий А.Р.
 ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии», г. Воронеж, Российская Федерация

29. **ВЛИЯНИЕ ИММУНОСТИМУЛИРУЮЩИХ ПРЕПАРАТОВ НА УРОВЕНЬ ИММУННОЙ КОМПЕТЕНЦИИ ТЕЛЯТ** 137
***Тюрин В.Г., *Родионова Н.В., *Волчкова Л.А., **Семенов В.Г., **Симурзина Е.П., **Никитин Д.А., **Караулов Р.С., ***Капитонова Е.А.**
 *ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА им. К.И. Скрябина», г. Москва, Российская Федерация
 **ФГБОУ ВО «Чувашский государственный аграрный университет», г. Чебоксары, Российская Федерация
 ***УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь

30. **СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЕРМАНГАНАТА КАЛИЯ В ФАРМАКОПЕЙНЫХ ПРЕПАРАТАХ** 146
Холод В.М., Пипкина Т.В.
 УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь



УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины» проводит набор на следующие формы обучения и специальности:

ДНЕВНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

полный срок обучения

- **ветеринарная медицина**, квалификация – врач ветеринарной медицины (срок обучения 5 лет)
- **ветеринарная фармация**, квалификация – провизор ветеринарной медицины (срок обучения 4 года)
- **ветеринарная санитария и экспертиза**, квалификация – ветеринарно-санитарный врач (срок обучения 4 года)
- **производство продукции животного происхождения**, квалификация – технолог (срок обучения 4 года)

сокращенный срок получения образования

(для окончивших профильные ссузы)

- **ветеринарная медицина** (срок обучения 3,5 года)
- **производство продукции животного происхождения** (срок обучения 3 года)

Вступительные испытания на дневную форму обучения по **специальностям ветеринарная медицина, ветеринарная санитария и экспертиза, ветеринарная фармация и производство продукции животного происхождения**: абитуриенты сдают два профильных испытания в форме ЦЭ и/или ЦТ или в форме вступительных испытаний в академии (по выбору абитуриента) по **биологии и химии** (устно).

На дневную форму обучения по специальности «Ветеринарная медицина» с сокращенным сроком получения высшего образования:

- Внутренние незаразные болезни (устно);
- Эпизоотология и инфекционные болезни с/х животных с основами микробиологии и вирусологии (устно).

На дневную форму обучения по специальности «Производство продукции животного происхождения» с сокращенным сроком получения высшего образования:

- Разведение с/х животных с основами селекции (устно);
- Кормление с/х животных (устно).

Зачисление без вступительных испытаний на специальности «Ветеринарная медицина» и «Производство продукции животного происхождения» проводится:

- при наличии аттестата об общем среднем образовании особого образца (золотая или серебряная медаль) или диплома об окончании ПТО и ССО с отличием;
- на все специальности при заключении договора на целевую подготовку специалистов.

Абитуриенты подают в приемную комиссию УВО следующие документы:

- заявление на имя руководителя УВО по установленной Министерством образования форме;
- оригинал аттестата об общем среднем образовании, либо оригиналы диплома о профессионально-техническом образовании и приложения к нему, либо оригиналы диплома о среднем специальном образовании и приложения к нему;
- оригинал аттестата об общем среднем образовании и оригиналы диплома о профессионально-техническом образовании на основе общего среднего образования и приложения к нему или оригинал аттестата об общем среднем образовании и оригиналы диплома о среднем специальном образовании на основе общего среднего образования и приложения к нему – для лиц, получивших профессионально-техническое образование на основе общего среднего образования или среднее специальное образование на основе общего среднего образования;

- оригиналы сертификатов централизованного тестирования (централизованного экзамена) по химии и биологии, проведенного в Республике Беларусь в год приема или в году, предшествующем году приема (если сдавали);
- медицинскую справку о состоянии здоровья по форме, устанавливаемой Министерством здравоохранения;
- 6 фотографий размером 3×4 см;
- характеристику, выданную учреждением общего среднего образования либо учреждением, реализующим образовательные программы профессионально-технического или среднего специального образования, по форме и в порядке, устанавливаемом Министерством образования, – для лиц, получивших общее среднее, профессионально-техническое образование или среднее специальное образование в год приема в УВО. При этом указанная характеристика выдается в течение 5 календарных дней со дня получения соответствующего запроса от гражданина;
- рекомендацию с последнего места работы (службы) или педагогического совета учреждения образования, которое окончил абитуриент, – в случае участия в конкурсе для получения высшего образования на условиях целевой подготовки;
- выписку из трудовой книжки или ее ксерокопию, заверенную подписью руководителя и печатью учреждения с указанием занимаемой должности на дату выдачи;
- лица, изменившие фамилию, представляют копию брачного свидетельства или другие подтверждающие документы;
- документы, подтверждающие право абитуриента на льготы при зачислении для получения высшего образования;
- паспорт или заменяющий его документ предъявляется абитуриентом лично.

Сроки приема документов:

- ✓ *на условиях целевой подготовки - с 1 по 5 июня (аттестат должен быть предоставлен в приемную комиссию до 15 июня);*
- ✓ *в очной (дневной) бюджетной форме получения образования и на платной основе для сдающих вступительные испытания в УВО по сельскохозяйственным специальностям – с 17 по 27 июля;*
- ✓ *в очной (дневной) форме получения образования по сельскохозяйственным специальностям – с 17 июля по 10 августа.*

Сроки проведения вступительных испытаний для получения высшего образования за счет средств бюджета и на платной основе в очной (дневной) форме получения образования по сельскохозяйственным специальностям – с 28 июля по 2 августа.

Сроки зачисления абитуриентов:

- **на условиях целевой подготовки – 16 июня;**
- **в очной (дневной) бюджетной форме получения образования – по 4 августа;**
- **в очной (дневной) платной форме получения образования – по 11 августа.**

Ответственный за выпуск А. И. Ятусевич
Технический редактор Е. А. Алисейко
Компьютерная верстка Е. В. Морозова,
Е. А. Алисейко
Корректоры Т. А. Никитенко,
Е. В. Морозова
Редактор-переводчик А. И. Картунова

Подписано в печать 12.06.2023 г. Формат 60×84 1/8. Бумага офсетная.
Печать ризографическая. Усл. п. л. 18,14. Уч.-изд. л. 17,82.
Тираж 53 экз. Заказ 2374.

Издатель и полиграфическое исполнение:
учреждение образования «Витебская ордена «Знак Почета»
государственная академия ветеринарной медицины».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/ 362 от 13.06.2014.
ЛП №: 02330/470 от 01.10.2014 г.
Ул. 1-я Доватора, 7/11, 210026, г. Витебск.
Тел.: (0212) 48-17-82.
E-mail: rio@vsavm.by
<http://www.vsavm.by>

ISBN 2078-0109



9 772078 010007