

Ветеринария

DOI 10.52368/2078-0109-2025-61-4-4-10

УДК 579.62:577.29

ВЛИЯНИЕ ПРЕПАРАТОВ «ЭНРОФЛОКСОВЕТФЕРОН-Б» И «БИФЕРОН-С» НА СОСТАВ МИКРОБИОТЫ МАТОЧНО-ВАГИНАЛЬНЫХ ВЫДЕЛЕНИЙ И РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ ГЕНОВ АНТИБИОТИКОРЕЗИСТЕНТНОСТИ КОРОВ, БОЛЬНЫХ ЭНДОМЕТРИТОМ

,Syromyatnikov M.Yu. ORCID ID 0000-0001-9028-0613, *Shabunin S.V. ORCID ID 0000-0002-2689-6998,

Pogorelova S.V. ORCID ID 0009-0002-7924-8027, *Krivonosova D.S.,

*Mikhaylov E.V. ORCID ID 0000-0001-5457-1325

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

**ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», г. Воронеж, Российской Федерации

***ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», г. Воронеж, Российской Федерации

Работа посвящена анализу распространенности генов антибиотикорезистентности в микробиоме маточно-вагинальных выделений коров с эндометритом до и после применения биопрепаратов на основе интерферона. С помощью ПЦР-РВ было выявлено увеличение бактерий типа Firmicutes и снижение уровня Bacteroidetes, Actinobacteria, Betaproteobacteria на фоне терапии препаратом «Биферон-С». В свою очередь, препарат «Энрофлоксоветферон-Б» способствовал уменьшению количества бактерий Betaproteobacteria и Actinobacteria, в сравнении с группой «Больные». Анализ генов антибиотикорезистентности показал наличие в микробиоме 10 генов. Более эффективное воздействие на резистентные популяции оказал препарат «Энрофлоксоветферон-Б», был детектирован только один ген ermB. Ключевые слова: коровы, эндометрит, гены, антибиотикорезистентность, микробиом, антибиотик.

EFFECT OF PREPARATIONS “ENROFLOXOVETFERON-B” AND “BIFERON-S” ON THE MICROBIOME OF UTERINE-VAGINAL SECRETIONS AND THE PREVALENCE OF ANTIBIOTIC RESISTANCE GENES IN COWS WITH ENDOMETRITIS

,Syromyatnikov M.Yu., *Shabunin S.V., **Pogorelova S.V., ***Krivonosova D.S., *Mikhaylov E.V.

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

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

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

The study is devoted to the analysis of the prevalence of antibiotic resistance genes in the microbiota of uterine-vaginal secretions of cows with endometritis before and after the use of interferon-based biopreparations. Using RT-PCR, an increase in Firmicutes bacteria and a decrease in the level of Bacteroidetes, Actinobacteria, Betaproteobacteria were detected against the background of therapy with the drug "Biferon-S". In turn, the drug "Enrofloxacinferon-B" contributed to a decrease in the number of Betaproteobacteria and Actinobacteria bacteria, in comparison with the "Sick" group. Analysis of antibiotic resistance genes showed the presence of 10 genes in the microbiota. The drug "Enrofloxacinferon-B" had a more effective impact on resistant populations; only one gene, ermB, was detected. Key-words: cows, endometritis, genes, antibiotic resistance, microbiome, antibiotic.

Введение. Репродуктивный тракт коровы заселен различной микрофлорой, играющей важную роль в формировании местного иммунитета. Нормальная вагинальная микрофлора крупного рогатого скота состоит преимущественно из представителей филумов: *Tenericutes*, *Firmicutes* и *Bacteroidetes*, при этом в меньшем количестве присутствуют *Proteobacteria* и *Actinobacteria*. Особое значение имеют бактерии из филума *Firmicutes*, которые непосредственно влияют на формирование иммунного ответа и поддержания баланса между здоровой и патогенной микрофлорой [1]. В частности, бактерии из семейства *Bifidobacteriaceae* способны конкурировать с патогенными и условно-патогенными микроорганизмами за питательные вещества и сайты связывания на слизистой оболочке [2]. Бактерии из семейства *Lactobacillaceae* обеспечивают корректный уровень местных иммунных механизмов, наряду с этим продукт их жизнедеятельности, молочная кислота, способствует поддержанию слабокислой среды во влагалище, что является дополнительным защитным механизмом от патогенов [3]. У здоровой коровы после отела микробиом самостоятельно справляется с патогенными организмами, вызывая мощный иммунный ответ. Однако при послеродовых травмах или неправильных условиях содержания, снижающих иммунитет, наблюдается дисбаланс в микробиоме в сторону патогенных микроорганизмов, что ведет к развитию эндометрита [4]. Так, эндометрит является весьма распространенным

заболеванием, связанным с поражением слизистой оболочки матки коров в послеродовой период [5]. Согласно исследованием, от 22,5% до 38,4% отелившихся коров страдают от различных форм эндометрита [6].

Клинический эндометрит ассоциируется с видами *Escherichia coli*, *Arcanobacterium pyogenes*, *Fusobacterium necrophorum* и *Prevotella sp.*, которые, предположительно, попадают в организм через фекалии, загрязнение шерсти, подстилки и окружающей среды животных [7]. Патогенез заболевания включает сложное взаимодействие между патогенной микрофлорой и иммунной системой животного. Попадая в полость матки, бактерии активируют врожденный иммунный ответ, вызывая инфильтрацию нейтрофилами и выработку провоспалительных цитокинов (IL-1, TNF- α и др.), а также нарушение регенерации эпителия эндометрия [8].

Вопрос воспроизводимости потомства домашним скотом остается актуальным, поскольку при отсутствии своевременной диагностики и лечения эндометрит переходит в хроническую форму, что негативно сказывается на репродуктивной системе животных, вплоть до бесплодия [9]. Многочисленные исследования показывают, что у коров с данным заболеванием снижается вероятность наступления беременности и увеличивается риск ее прерывания [4]. Для снижения проблем воспроизводства крупного рогатого скота в животноводстве применяются различные методы диагностики и лечения. Однако основной проблемой лечения воспалительных процессов репродуктивной системы на сегодняшний день является развитие антибиотикорезистентности, в связи с чем требуется разработка новых подходов в лекарственной терапии [9].

Цель исследований – оценка распространенности генов антибиотикорезистентности в микробиоте маточно-вагинальных выделений больных эндометритом коров *Bos taurus domesticus* до и после применения биопрепаратов на основе интерферона.

Материалы и методы исследований. Объектом исследования являлись образцы маточно-вагинальных выделений коров *Bos taurus domesticus*: первая группа образцов была взята у здоровых животных (группа «Здоровые»), вторая – у больных эндометритом (группа «Больные»). После терапии препаратором «Биферон-С» (ООО «Научно-производственный центр «ПроБиоТех», Беларусь) в течение 7 дней были взяты повторные пробы маточно-вагинальных выделений (группа «Биферон-С»). Аналогичные пробы были взяты после терапии больных эндометритом коров препаратором «Энрофлоксоветферон-Б» (ООО «Научно-производственный центр «ПроБиоТех», Беларусь) в течение 7 дней (группа «Энрофлоксоветферон-Б»). После отбора образцы были немедленно заморожены при -20 °C до последующих этапов проведения анализа.

Выделение ДНК осуществляли комплектом реагентов ПРОБА-ГС (ДНК-технология, Россия) в соответствии с протоколом производителя. Концентрацию ДНК определяли с помощью спектрофотометра Hitachi F-7000 (Hitachi, Япония) при длине волны 260 нм. О степени чистоты полученных препаратов судили по соотношению A260/A280.

Полимеразную цепную реакцию проводили на амплификаторе «БИС» М111-02-48 (Термоциклер) согласно следующему протоколу:

1. Первичная денатурация – 95°C – 4 мин.
 - Денатурация – 95°C – 30 с
 - Отжиг – 54°C – 40 с
 - Элонгация – 72°C – 45 с38 циклов
2. Инкубирование смеси при 72°C – 5 мин.

В состав реакционной смеси входили: ddH₂O – 16 мкл, ДНК-матрица – 2 мкл, смесь прямого и обратного праймеров (1:1) – 2 мкл, 5X ScreenMix-HS (Евроген, Россия) – 5 мкл.

Детекцию результатов ПЦР проводили в 2% агарозном геле и наблюдали наличие ПЦР продуктов длиной от 100 до 1000 п.о.

ПЦР в реальном времени проводили на амплификаторе CFX 96 C 1000 («BioRad», США) согласно следующему протоколу:

- Первичная денатурация – 95°C – 4 мин.
 - Денатурация – 95°C – 20 с
 - Отжиг – 56°C – 30 с
 - Элонгация – 72°C – 30 с
- 39 циклов

В состав реакционной смеси входили: ddH₂O – 12 мкл, ДНК-матрица – 2 мкл, смесь прямого и обратного праймеров (1:1) – 2 мкл, 5x qPCRmix-HS SYBR (Евроген, Россия) – 4 мкл.

Все эксперименты были выполнены в четырех повторностях ($n = 4$). Полученные результаты были выражены как среднее значение \pm стандартная ошибка среднего. Дисперсионный анализ (ANOVA) был выполнен с пост-тестом Тьюки, рассматривающим р-значение < 0,05 как статистически значимое, с использованием программного обеспечения Statistica 8.0 (StatSoft Inc., Tulsa, OK, USA).

Результаты исследований. Анализ бактериальных филумов маточно-вагинальных выделений коров с помощью ПЦР-РВ позволил выявить статистически достоверные различия

между исследуемыми группами. Так, в группе больных коров наблюдается увеличение уровня *Bacteroidetes* относительно здоровых коров (23,32% против 66,01%, $p<0,05$). После терапии препаратом «Биферон-С» уровень бактерий данного филума снизился относительно группы «Больные», но был статистически выше, чем у здоровых животных (23,32% против 51,90%, $p<0,05$) (рисунок 1).

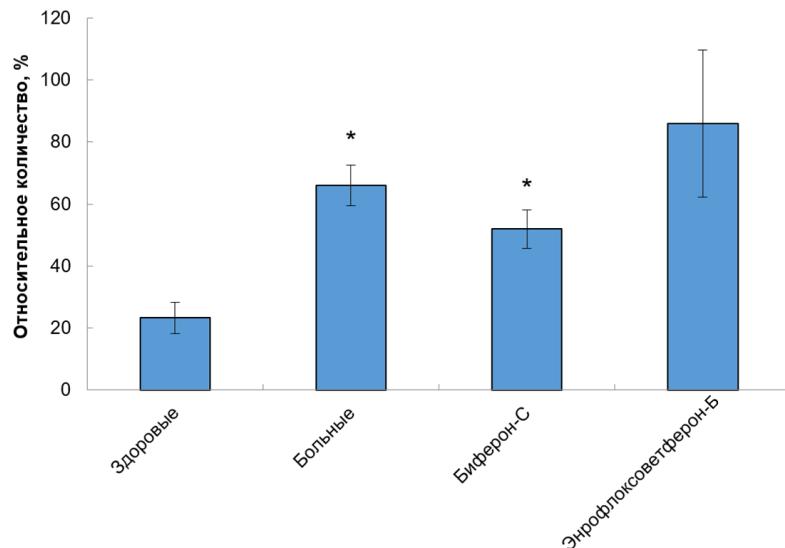


Рисунок 1 – Сравнительный анализ относительного количества бактерий филума *Bacteroidetes* в маточно-вагинальных выделениях коров из исследуемых групп;
* – статистически значимые различия относительно группы «Здоровые» ($p<0,05$)

Наблюдалось снижение относительного количества бактерий из филума *Firmicutes* в группе «Больные», в сравнении со здоровыми животными (76,11% против 29,16%, $p<0,05$). В свою очередь, лечение бифероном-С способствовало частичному восстановлению бактерий данного филума (76,11% против 44,49%, $p<0,05$), тогда как использование энрофлоксоветферона-Б привело к резкому снижению представителей *Firmicutes* относительно группы «Здоровые» (76,11% против 13,09%, $p<0,05$) (рисунок 2).

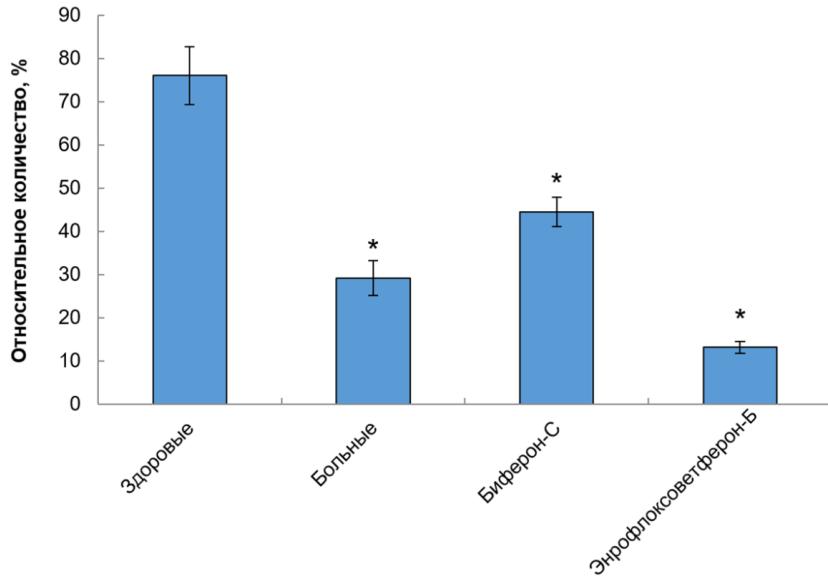


Рисунок 2 – Сравнительный анализ относительного количества бактерий филума *Firmicutes* в маточно-вагинальных выделениях коров из исследуемых групп;
* – статистически значимые различия относительно группы «Здоровые» ($p<0,05$)

В группе «Больные» было выявлено значительное увеличение доли *Actinobacteria* в сравнении с группой «Здоровые» (0,54% против 4,58%, $p<0,05$). На фоне приема биферона-С также наблюдался рост бактерий филума *Actinobacteria* относительно здоровых животных (0,54% против 2,86%, $p<0,05$), однако, следует отметить не такой большой, как в группе «Больные». Лечение препаратом «Энрофлоксоветферон-Б» оказало более выраженное влияние на подавление

представителей *Actinobacteria* в сравнении с группой «Больные» (4,58% против 0,87%, $p<0,05$) (рисунок 3).

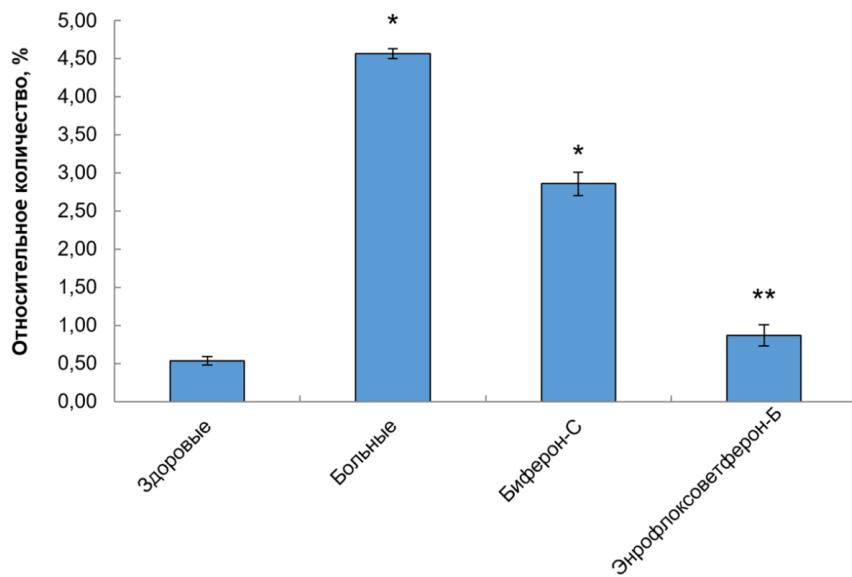


Рисунок 3 – Сравнительный анализ относительного количества бактерий филума *Actinobacteria* в маточно-вагинальных выделениях коров из исследуемых групп;

* – статистически значимые различия относительно группы «Здоровые» ($p<0,05$),

** – статистически значимые различия относительно группы «Больные» ($p<0,05$)

Сравнительный анализ содержания бактериального состава выявил статистически значимое увеличение относительного количества бактерий *Betaproteobacteria* в группе «Больные» в сравнении с группой «Здоровые» (0,0067% против 0,101%, $p<0,05$). Такой же резкий рост представителей данного филума наблюдается после терапии препаратом «Биферон-С» (0,0067% против 0,093%, $p<0,05$). В то время как на фоне приема препарата «Энрофлоксоветферон-Б2» уровень бактерий значительно снизился относительно группы «Больные» (0,101% против 0,0027%, $p<0,05$) (рисунок 4).

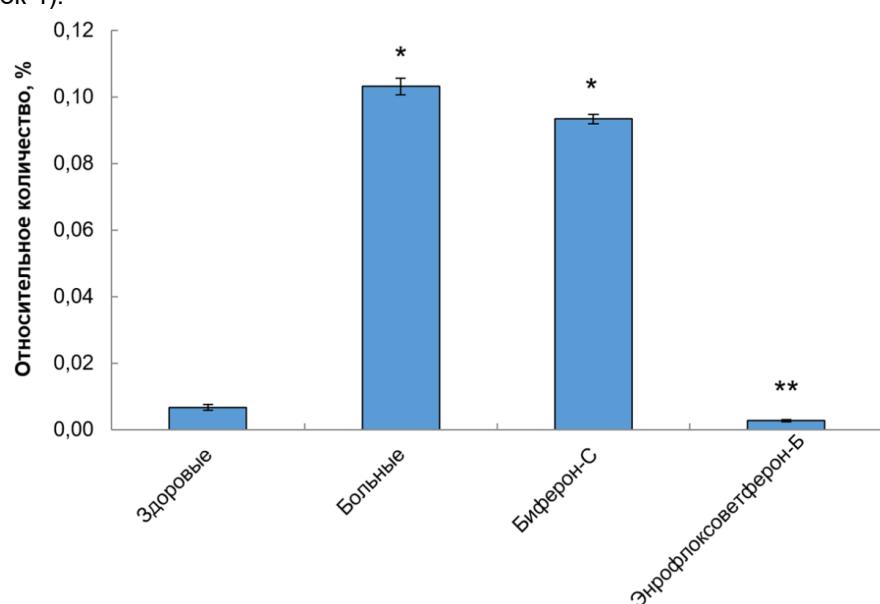


Рисунок 4 – Сравнительный анализ относительного количества бактерий филума *Betaproteobacteria* в маточно-вагинальных выделениях коров из исследуемых групп;

* – статистически значимые различия относительно группы «Здоровые» ($p<0,05$),

** – статистически значимые различия относительно группы «Больные» ($p<0,05$)

В ходе исследования образцов микробиома маточно-вагинальных выделений было выявлено наличие генов устойчивости к антибиотикам. Ген *c/r* обнаружен в образцах из группы «Здоровые», что составляет 10% от исследуемых нами генов антибиотикорезистентности. У больных животных

идентифицировано наличие 80% генов, таких как: *aaclh*, *mcr2*, *vim*, *mecA*, *aphla*, *rmt55*, *antla*, *aaclla*. В то время как после терапии препаратом «Биферон-С» относительное содержание генов снизилось до 50% (*aaclh*, *mcr2*, *clr*, *aphla*, *aaclb*). В свою очередь, более эффективным оказался препарат «Энрофлоксоветферон-Б», снизив наличие генов резистентности к антибиотикам до 30%: *mcr2*, *vim*, *antla* (таблица 1).

Таблица 1 – Наличие генов антибиотикорезистентности в различных образцах микробиома маточно-вагинальных выделений коров из исследуемых групп

Группы	<i>aaclh</i>	<i>mcr2</i>	<i>clr</i>	<i>Vim</i>	<i>mecA</i>	<i>aphla</i>	<i>rmt55</i>	<i>antla</i>	<i>aaclb</i>	<i>aaclla</i>
«Здоровые»	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
«Больные»	-	+	-	+	+	+	+	+	-	+
«Биферон-С»	+	+	+	-	-	+	-	-	+	-
«Энрофлоксоветферон-Б»	-	+	-	+	-	-	-	+	-	-

Анализ результатов ПЦР-РВ выявил рост кривых флуоресценции с группами праймеров и зондов *floR*, *vanA*, *mec*, *ermB* (таблица 2).

Таблица 2 – Гены антибиотикорезистентности, идентифицированные с помощью ПЦР в реальном времени

Группы	Гены антибиотикорезистентности, значение Ct		
	<i>floR</i>	<i>vanA</i>	<i>ermB</i>
«Здоровые»	31,56±0,89	-	33,05±0,81
«Больные»	36,32±1,08	36,22±0,78	33,41±0,97
«Биферон-С»	35,14±1,01	-	37,49±1,16
«Энрофлоксоветферон-Б»	-	-	35,20±1,25

Гены *floR* и *ermB* были обнаружены в образцах, взятых у клинически здоровых коров, однако уровни Ct выше по сравнению с больными, что может свидетельствовать о более низкой концентрации соответствующих микробных маркеров. Ген *vanA* не был детектирован, что ожидаемо для животных без клинических признаков.

В группе «Больные» выявлены все три гена устойчивости к антибиотикам, при этом *vanA* впервые фиксируется только в этой группе, что может свидетельствовать о появлении гликопептид-резистентной флоры на фоне патологии. Повышенные значения Ct по *floR* и *ermB*, по сравнению со здоровыми, указывают на количественные изменения микробиоты и возможную колонизацию устойчивыми к антибиотикам штаммами.

Терапия препаратом «Биферон-С» способствует снижению количества генов антибиотикорезистентности по сравнению с группой «Больные». Так, ген *floR* сохраняется с высоким Ct, а *ermB* демонстрирует еще более высокий показатель Ct (37,49), что указывает на возможное снижение бактериальной нагрузки, но не устранение устойчивых штаммов. Ген *vanA* не детектирован.

На фоне лечения препаратом «Энрофлоксоветферон-Б» был выявлен только один ген *ermB* с Ct = 35,20, что свидетельствует о частичном сохранении макролид-резистентных форм, но в меньшей концентрации по сравнению с образцами из группы «Больные».

Заключение. Проведенное исследование подтвердило наличие дисбиоза в маточно-вагинальном микробиоме коров на фоне развития эндометрита, что свидетельствует об участии микробных нарушений в патогенезе заболевания. Также отмечено снижение бактериального разнообразия и нарушение баланса между основными таксонами, играющими важную роль в защите слизистых оболочек. На фоне терапии препаратом «Биферон-С» детектировано восстановление бактериального состава, выраженное увеличением доли *Firmicutes* и снижением уровня *Bacteroidetes*. В свою очередь, препарат «Энрофлоксоветферон-Б» проявил направленное анти-mикробное действие, особенно в отношении β -Proteobacteria, и показал наибольшую эффективность в лечении.

Кроме того, в патологических выделениях коров с эндометритом были идентифицированы многочисленные гены устойчивости к антибиотикам, в том числе к β -лактамам, аминогликозидам, фениколам, макролидам и гликопептидам. Это подчеркивает высокую распространенность генов резистентности в репродуктивном тракте животных и актуальность мониторинга антимикробной устойчивости в ветеринарной практике. Применение препарата «Энрофлоксоветферон-Б» привело к снижению разнообразия генов антибиотикорезистентности, что делает его перспективным компонентом комплексной терапии воспалительных заболеваний матки. Полученные данные могут быть

использованы для разработки более эффективных схем лечения эндометрита, а также для профилактики антибиотикорезистентности у сельскохозяйственных животных.

Conclusion. The study confirmed the presence of dysbiosis in the uterine-vaginal microbiome of cows, against the background of the development of endometritis, which indicates the participation of microbial disorders in the pathogenesis of the disease. A decrease in bacterial diversity and an imbalance between the main taxa that play an important role in protecting the mucous membranes were also noted. Against the background of therapy with the drug "Biferon-S", a restoration of the bacterial composition was detected, expressed by an increase in the proportion of Firmicutes and a decrease in the level of Bacteroidetes. In turn, the drug "Enrofloxacin-feron-B" showed a targeted antimicrobial effect, especially against β -Proteobacteria, and showed the greatest effectiveness in treatment. In addition, numerous antibiotic resistance genes were identified in the pathological secretions of cows with endometritis, including β -lactams, aminoglycosides, phenicols, macrolides and glycopeptides. This highlights the high prevalence of resistance genes in the reproductive tract of animals and the relevance of monitoring antimicrobial resistance in veterinary practice. The use of Enrofloxacin-Sovetferon-B has led to a decrease in the diversity of antibiotic resistance genes, making it a promising component of complex therapy for inflammatory diseases of the uterus. The data obtained can be used to develop more effective treatment regimens for endometritis, as well as to prevent antibiotic resistance in farm animals.

Благодарность. Исследование выполнено в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (проект FZGW-2024-0003).

Список литературы.

1. Князева, М. В. Микробиоценоз влагалища у новорожденных коров в климатических условиях Удмуртии / М. В. Князева, Т. В. Бабинцева, Е. В. Ильин // Ветеринарная патология. – 2025. – № 1 (24). – С. 39–48. – doi: 10.23947/2949-4826-2025-24-1-39-48.
 2. Захарова, Ю. В. Современные представления о таксономии, морфологических и функциональных свойствах бифидобактерий / Ю. В. Захарова, Л. А. Леванова // Фундаментальная и клиническая медицина. – 2018. – №1 (3). – С. 90–101.
 3. The addition of *Lactobacillus* spp. negatively affects *Mycoplasma bovis* viability in bovine cervical mucus / A. García-Galán, C. De la Fe, J. Gomis [et al] // BMC Vet Res. – 2020. – № 16 (1). – doi:10.1186/s12917-020-02454-9.
 4. General and comparative aspects of endometritis in domestic species: A review / O. B. Pascottini, C. Aurich, G. England [et al] // Reproduction in Domestic Animals. – 2023. – № 2(58). – Р. 49–71. – doi:10.1111/rda.14390.
 5. Иванюк, В. П. Этиопатогенез послеродовых эндометритов у коров / В. П. Иванюк, Г. Н. Бобкова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2022. – № 2 (94). – С. 191– 195. – doi:10.37670/2073-0853-2022-94-2-191-195.
 6. Comparative efficiency of treatment of endometritis in dairy cows according to the schemes of the Republic of Belarus / A. A. Tegza, N. Baimbetova, B. T. Temirbek [et al] // 3i: Intellect, Idea, Innovation – интеллект, идея, инновация. – 2021. – № 1. – Р. 23-28. – doi: 10.52269/22266070_2021_1_23.
 7. Risk factors for clinical endometritis in postpartum dairy cattle / T. J. Potter, J. Guitian, J. Fishwick [et al] // Theriogenology. – 2010. – № 74(1). – Р. 127–134. – doi:10.1016/j.theriogenology.2010.01.023.
 8. Dynamics of uterine infections with *Escherichia coli*, *Streptococcus uberis* and *Trueperellapolygenes* in postpartum dairy cows and their association with clinical endometritis / K. Wagener, T. Grunert, I. Prunner [et al] // Veterinary journal. – 2014. – № 202(3). – Р. 527–532. – doi: 10.1016/j.tvjl.2014.08.023.
 9. Mustafin, M. K. Morphological and histological characteristics of endometrium in cows in case of acute endometritis / M. K. Mustafin, G. A. Yessetova, M. A. Khassanova // Herald of Science of S. Seifullin Kazakh Agrotechnical University. – 2019. – № 2(101). – Р. 102–110.
- References.**
1. Knyazeva, M. V. Mikrobiocenoz vlagalishha u novorod'nyx korov v klimaticheskix usloviyax Udmurtii / M. V. Knyazeva, T. V. Babinceva, E. V. Il'in // Veterinarnaya patologiya. – 2025. – № 1 (24). – S. 39–48. – doi: 10.23947/2949-4826-2025-24-1-39-48.
 2. Zaxarova, Yu. V. Sovremennye predstavleniya o taksonomii, morfologicheskix i funkcional'nyx svojstvakh bifidobakterij / Yu. V. Zaxarova, L. A. Levanova // Fundamental'naya i klinicheskaya medicina. – 2018. – №1 (3). – S. 90–101.
 3. The addition of *Lactobacillus* spp. negatively affects *Mycoplasma bovis* viability in bovine cervical mucus / A. García-Galán, C. De la Fe, J. Gomis [et al] // BMC Vet Res. – 2020. – № 16 (1). – doi:10.1186/s12917-020-02454-9.
 4. General and comparative aspects of endometritis in domestic species: A review / O. B. Pascottini, C. Aurich, G. England [et al] // Reproduction in Domestic Animals. – 2023. № 2(58). –P. 49–71. doi:10.1111/rda.14390.
 5. Ivanyuk, V. P. Etiopatogenez poslerodovyx endometritov u korov /V.P. Ivanyuk, G.N. Bobkova// Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2022. – № 2 (94). – S. 191– 195. – doi:10.37670/2073-0853-2022-94-2-191-195.
 6. Comparative efficiency of treatment of endometritis in dairy cows according to the schemes of the Republic of Belarus / A. A. Tegza, N. Baimbetova, B. T. Temirbek [et al] // 3i: Intellect, Idea, Innovation – intellekt, ideya, innovaciya. – 2021. – № 1. – P. 23-28. – doi: 10.52269/22266070_2021_1_23.
 7. Risk factors for clinical endometritis in postpartum dairy cattle / T. J. Potter, J. Guitian, J. Fishwick [et al] // Theriogenology. – 2010. – № 74(1). – P. 127–134. –doi:10.1016/j.theriogenology.2010.01.023.

8. Dynamics of uterine infections with *Escherichia coli*, *Streptococcus uberis* and *Trueperellapolyogenes* in post-partum dairy cows and their association with clinical endometritis / K. Wagener, T. Grunert, I. Prunner [et al] // Veterinary journal. – 2014. – № 202(3). – P. 527–532. – doi: 10.1016/j.tvjl.2014.08.023.

9. Mustafin, M. K. Morphological and histological characteristics of endometrium in cows in case of acute endometritis / M. K. Mustafin, G. A. Yessetova, M. A. Khassanova // Herald of Science of S. Seifullin Kazakh Agrotechnical University. – 2019. – № 2(101). – P. 102-110.

Поступила в редакцию 01.07.2025.

DOI 10.52368/2078-0109-2025-61-4-10-16

УДК 611.613.8:599.742.47

**МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СОСУДИСТОГО СПЛЕТЕНИЯ ГОЛОВНОГО МОЗГА
У РЕЧНОЙ ВЫДРЫ В ПОСТНАТАЛЬНОМ ОНТОГЕНЕЗЕ
НА ТЕРРИТОРИИ ВЫСОКОГО РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ**

Федотов Д.Н. ORCID ID 0000-0003-3366-8704, Ковалев К.Д., Тылькович Д.Е.
УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»,
г. Витебск, Республика Беларусь

Настоящее исследование проводится впервые, ранее исследований по морфологии структур сосудистого сплетения головного мозга у речной выдры в биотопах на территории Полесского государственного радиационно-экологического заповедника не проводилось. Сосудистое сплетение выполняет важнейшую функцию – регуляцию состава внутренней среды мозга и внутричерепного давления, так как является источником цереброспинальной жидкости и местом локализации гематоликворного барьера. Установленные изменения ассоциированы со снижением морфофункциональной активности эпителиоцитов сосудистого сплетения головного мозга и являются следствием его возрастной инволюции у речной выдры.

Ключевые слова: онтогенез, сосудистые сплетения, головной мозг, морфология, радиация, речная выдра.

**MORPHOFUNCTIONAL TRAITS OF THE VASCULAR PLEXUS IN THE BRAIN
OF THE RIVER OTTER IN POSTNATAL ONTOGENESIS
IN THE TERRITORY OF A HIGH RADIOACTIVE CONTAMINATION**

Fiadotau D.N., Kovaliou K.D., Tilkovich D.E.
Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine, Vitebsk, Republic of Belarus

*This study is being conducted for the first time; previously, there were no studies on the morphology of the vascular plexus structures of the brain in the river otter in biotopes in the territory of the Polesie State Radiation and Ecological Reserve. The vascular plexus performs the most important function – the regulation of the composition of the internal environment of the brain and intracranial pressure, since it is a source of cerebrospinal fluid and the localization site of the hematoliquor barrier. The established changes are associated with a decrease in the morphofunctional activity of the epithelial cells of the vascular plexus in the brain and are a consequence of its age-related involution in the river otter. **Keywords:** ontogenesis, vascular plexuses, brain, morphology, radiation, river otter.*

Введение. Многие современные хронические заболевания ведут к развитию церебральной гипоперфузии (ишемии мозга). Одной из актуальных проблем при развитии ишемии мозга является состояние его структурных компонентов сосудистых сплетений [10]. Функциональное состояние гематоэнцефалического барьера имеет важное клиническое значение. В связи с этим возникает необходимость объективной оценки биосинтетической активности конкретных его структурных компонентов [3]. До настоящего времени у животных и человека сосудистые сплетения остаются одной из наименее изученных структур мозга [1, 12, 14], отставание исследований их морфофункциональной организации от широкомасштабных разработок по физиологии и биохимии спинномозговой жидкости приводит к недостаточному пониманию механизмов функционирования гематоликворного барьера в норме и при патологии.

Ранее цереброспинальная жидкость рассматривалась как среда, обеспечивающая механическую поддержку мозга, способствующая удалению продуктов метаболизма, доставляющая отдельные нутриенты, а также служащая каналом связи внутри центральной нервной системы. В настоящее время доказано, что факторы-резиденты цереброспинальной жидкости влияют на широкий спектр поведения, включая сон и аппетит, а также на циркадные ритмы и связанную с ними двигательную активность животных [16].

Сосудистое сплетение выполняет важнейшую функцию – регуляцию состава внутренней среды мозга и внутричерепного давления, так как является источником цереброспинальной жидкости и местом локализации гематоликворного барьера [4, 5, 6, 7].