

DOI 10.52368/2078-0109-2023-59-2-55-60
УДК 619:[616.15:618.11:615.03]636.2

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

Цель исследований – изучить уровень экспрессии генов про- и противовоспалительных цитокинов 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) цитокинов. 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.

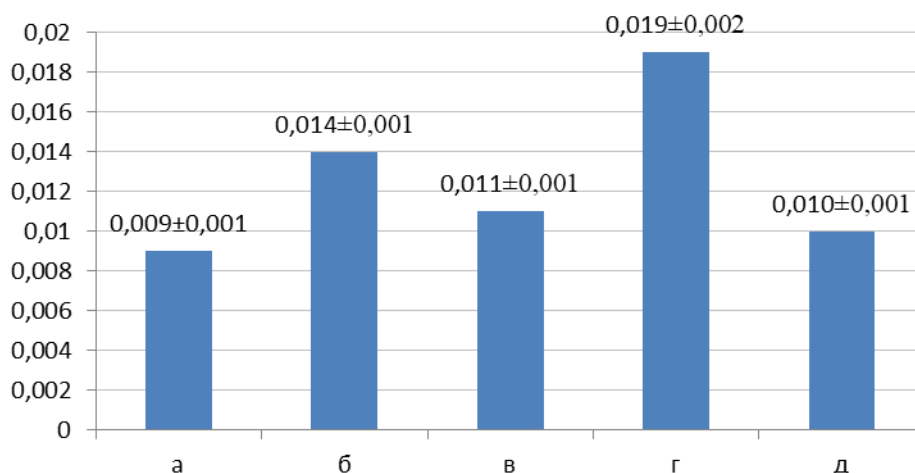
ИЛ-1 β 

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

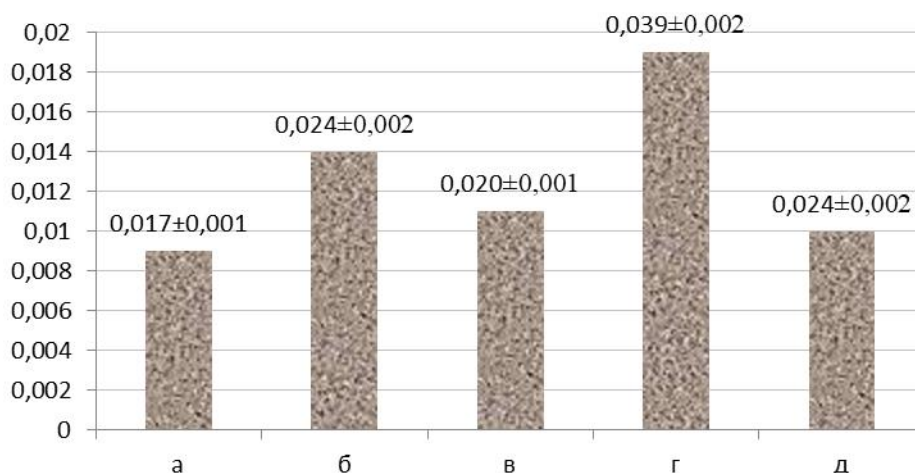


Рисунок 2 - Относительный уровень экспрессии генов ИЛ-2 у коров, проявляющих половую цикличность, с гипофункциональным состоянием половых гонад и при применении препарата на основе гм-ксф (а – полноценное проявление половых циклов; б – гипофункция с явлениями ановуляции; в – после применения препарата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

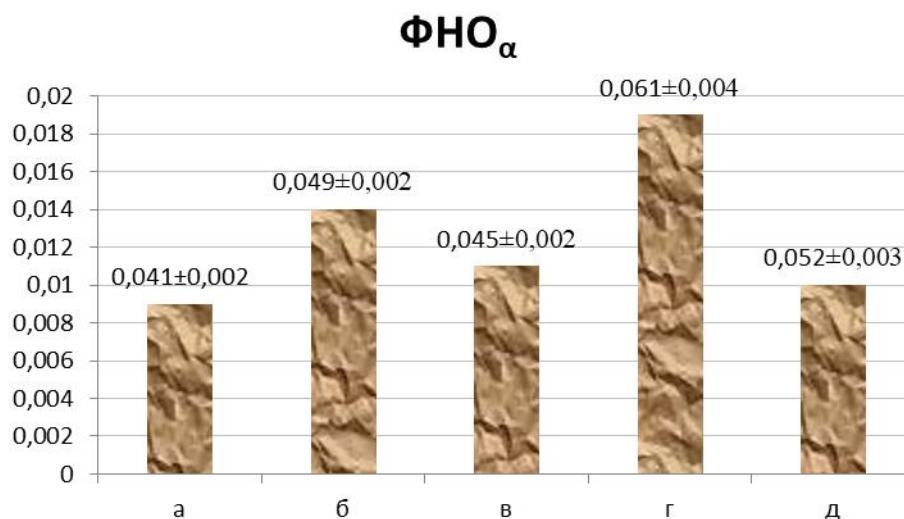


Рисунок 3 - Относительный уровень экспрессии генов ФНО- α у коров, проявляющих половую цикличность, с гипофункциональным состоянием половых гонад и при применении препарата на основе гм-ксф (а – полноценное проявление половых циклов; б – гипофункция с явлениями ановуляции; в – после применения препарата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

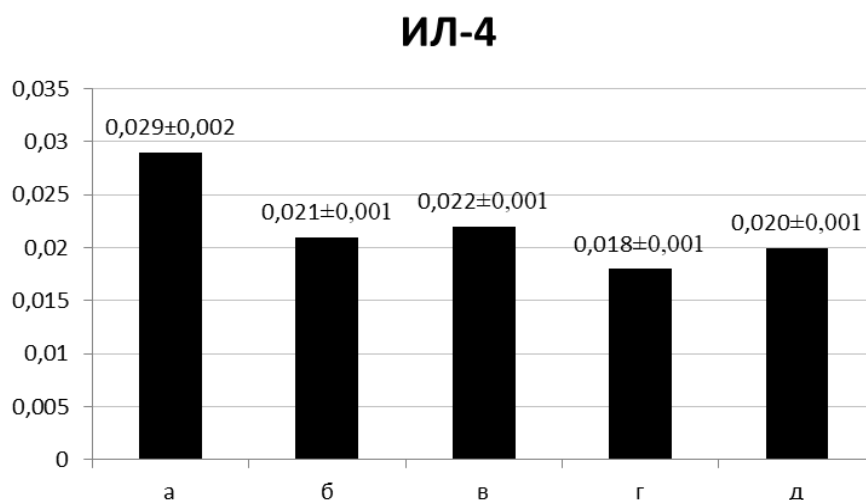


Рисунок 4 - Относительный уровень экспрессии генов ИЛ-4 у коров, проявляющих половую цикличность, с гипофункциональным состоянием половых гонад и при применении препарата на основе гм-ксф (а – полноценное проявление половых циклов; б – гипофункция с явлениями ановуляции; в – после применения препарата 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% ($P < 0,001$).

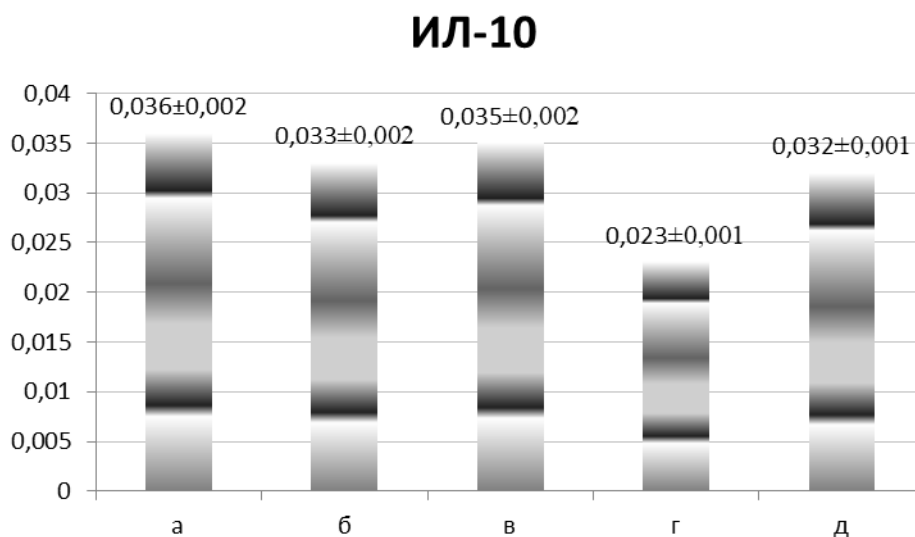


Рисунок 5 - Относительный уровень экспрессии генов ИЛ-10 у коров, проявляющих половую цикличность, с гипофункциональным состоянием половых гонад и при применении препарата на основе гм-ксф (а – полноценное проявление половых циклов; б – гипофункция с явлениями ановуляции; в – после применения препарата 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 плодовитости 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 національної академії наук Білорусі. Сер. аграрних наук*. – 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 krvi 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 reguliatsii funktsii iaichnikov u korov / V. A. Lebedev [i dr.] // *Selskokhoziaistvennaia biologiiia*. – 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. – 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>.

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 видоспецифичного препарата, содержащего рекомбинантный цитокин 1 типа, витамины А, Е и С «Простимул» в сравнении с анти-