УДК 636.085:577.17

DOI: 10.31563/1684-7628-2019-49-1-111-116

А.В. Харламов, А.Н. Фролов, О.А. Завьялов

ВЛИЯНИЕ КОРРЕКЦИИ ОБМЕННОГО ПУЛА ЙОДА И СЕЛЕНА, ОЦЕНЕННОГО ПО ХИМИЧЕСКОМУ СОСТАВУ ШЕРСТИ, НА ГОРМОНАЛЬНЫЙ СТАТУС КОРОВ

Ключевые слова: крупный рогатый скот; коровы; элементный статус; кровь; гормональный статус; йод; селен.

Введение. Адаптация импортного скота к определенной биогеохимической провинции – это сложный и длительный процесс, сопровождающийся структурной перестройкой метаболического и иммунного профиля организма животных, связанный в начальный период со стрессовыми факторами, которые в первую очередь отражаются на их воспроизводительной функции [1]. Воспроизводительная способность является одним из основных показателей приспособленности организма к новым условиям кормления, содержания и особенностям местного климата [2]. Неблагоприятные факторы содержания, кормления, неправильно организованные роды и другое вызывают нарушения обмена веществ и нейроэндокринных механизмов регуляции воспроизводительной функции, которые приводят к заболеваниям, проявляющимся во время и сразу после родов; это связано с подавлением иммунитета, повышенной восприимчивостью к инфекциям [3, 4]. Это приводит к задержке сроков возобновления половых циклов и служит основной причиной бесплодия коров. Клинико-гинекологическое исследование на 31–60 сутки после отела выявляет неактивные яичники, уменьшенные в размерах, имеющие плоскую форму, дряблую, иногда плотную консистенцию, без каких-либо образований (желтых тел или фолликулов на разных стадиях развития) [5, 6]. Большое значение в поддержании здоровья животных и человека придают жизненно важным макро- и микроэлементам. Оренбургская область относится к селен- и йоддефицитной биогеохимической провинции [7]. Йод и селен функционально связаны между собой, поскольку последний входит в состав фермента йодтирониндейодиназы, обеспечивающего трансформацию тироксина в трийодтиронин. Недостаток в организме этих двух микроэлементов может служить одним из главных факторов риска в провоцировании йоддефицитных состояний [8]. Дефицит селена вызывает симптомы гипотиреозидизма, вследствие чего снижается уровень обменных процессов в организме и невозможна полная реализация генетического потенциала продуктивности животных и птицы [9].

Цель исследования – изучить влияние двукратной внутримышечной инъекции препарата микроэлементов на гормональный статус коров.

Материал и методы исследования. Объект исследования – коровы герефордской породы канадской селекции, возраст 4–5 лет (2–3 отёл), живая масса $548,4 \pm 12,3$ кг. Обслуживание животных и экспериментальные исследования были выполнены в соответствии с инструкциями и рекомендациями Russian Regulations, 1987 (Order No.755 on 12.08.1977 the USSR Ministry of Health) and «The Guide for Care and Use of Laboratory Animals (National Academy Press Washington, D.C. 1996)». При выполнении исследований были предприняты усилия, чтобы свести к минимуму страдания животных и количество используемых образцов.

Схема эксперимента. Исследования проведены на коровах ($n = 48$) герефордской породы с низкими воспроизводительными способностями (не пришли в охоту более 2 месяцев после отёла), от которых на основании результатов анализа содержания в шерсти йода и селена ниже установленной нормы (ниже 25 процента, $I < 0,28$ мг/кг, $Se < 0,58$ мг/кг) [10] отобрали 30 голов. Животных разделили по принципу аналогов на 2 группы – контрольную ($n = 15$) и опытную ($n = 15$). Опытным животным на 1 и 10 сутки внутримышечно вводили по 10 мл коммерческий препарат, содержащий в 1 мл: йод – 5,5–7,5 мг, селен в органической форме – 0,07–0,09 мг (соответствует 0,16–0,20 мг селенита натрия), железо (Fe^{3+}) – 16–20 мг. Скот принадлежит ООО СП «Колос» Оренбургской области. В период проведения опыта рацион животных включал: сено естественных угодий – 8 кг, сенаж люцерновый – 6 кг, концентраты: смесь ячменя, пшеницы, овса, – 3,0 кг, в нем содержалось ОЭ – 106,2 МДж, сухого вещества – 12,1 кг, переводимого протеина – 1092 г.

Отбор проб крови производили на 1, 14 и 28 сутки эксперимента утром до кормления и поения из хвостовой вены на уровне средней трети тела 2–5 хвостовых позвонков в вакуумные пробирки.

Оборудование и технические средства.

Кровь для биохимических исследований отбирали в вакуумные пробирки APEXLAB с активатором свертывания фирмы Hebei Xinl Sky & Tech Co., Ltd, иглы для забора крови Bodywin. Гормональный статус определялся на универсальном автоматическом фотометре BioTek ELx 800 (производитель – «BioTek Instruments Inc.», США). Биохимический анализ крови осуществлялся с помощью автоматического биохимического анализатора CS-T240 (производитель – «Dirui Industrial Co., Ltd.», Китай). Биохимический анализ проводился с использованием коммерческих биохимических наборов для ветеринарии ДиаВетТест (производитель – Россия) и коммерческих биохимических наборов Randox (производитель – США) в условиях ЦКП ФНЦ БСТ РАН (аттестат аккредитации № РОСС RU.0001.21ПФ59 от 12.10.2015 г). Отбор образцов шерсти проводили согласно ранее разработанной методике [11] при помощи беспроводной машинки для стрижки коров, лошадей и мелких животных Heiniger Saphir (Швейцария) с длиной остатка от корня не более 1,8 мм.

Ультразвуковую диагностику коров на определение стельности и бесплодности проводили при помощи ветеринарного УЗИ-сканера IMAGO S с ректальным секторным датчиком DB 355 M.

Статистическая обработка. Для проверки гипотезы о нормальности распределения количественных признаков применяли критерий Шапиро – Уилка. Достоверность различий проверяли при помощи U-критерия Манна – Уитни. Во всех процедурах статистического анализа рассчитывали достигнутый уровень значимости (p), при этом критический уровень значимости в данном исследовании принимался меньшим или равным 0,05. Для обработки данных использовали пакет прикладных программ Statistica 10.0 («Stat Soft Inc.», США).

Результаты и обсуждение полученных результатов. Анализ результатов биохимических показателей сыворотки крови коров с низкими воспроизводительными способностями показал статистически значимые изменения по исследуемым признакам после внутримышечного введения йод-селен содержащего препарата (рисунки 1, 2).

В периферической крови коров через 14 дней эксперимента отмечалось достоверное увеличение содержания мочевины на 33,0 % ($P \leq 0,01$), АСТ – на 5,2 % ($P \leq 0,05$) при меньшем содержании мочевой кислоты на 8,9 % ($P \leq 0,01$), холестерина – на 68,06 % ($P \leq 0,001$) по сравнению с началом эксперимента. На 28 сутки экспе-

римента наблюдалось еще большее изменение биохимических показателей сыворотки крови по сравнению с исходными: произошло увеличение содержания фосфора на 86,0 % ($P \leq 0,001$), триглицеридов – на 41,0 % ($P \leq 0,001$), мочевины – на 37,6 % ($P \leq 0,001$), АЛТ – на 20,0 % ($P \leq 0,01$), креатинина – 15,3 % ($P \leq 0,01$), глюкозы – на 11,2 % ($P \leq 0,01$), щелочной фосфатазы – на 10,4 % ($P \leq 0,01$), АСТ – на 10,4 % ($P \leq 0,01$), альбуминов – на 7,1 % ($P \leq 0,05$), общего белка – на 5,9 % ($P \leq 0,05$), кальция – на 5,6 % ($P \leq 0,05$) при снижении холинэстеразы на 9,6 % ($P \leq 0,05$), билирубина прямого – на 16,4 % ($P \leq 0,01$), холестерина – на 39,6 % ($P \leq 0,001$), магния – на 56,2 % ($P \leq 0,01$), гамма-глутамилтрансферазы – на 80,7 % ($P \leq 0,001$). Построение элементного профиля коров с низкими воспроизводительными качествами при введении препарата микроэлементов позволило оценить изменения в гормональном статусе животных (рисунки 3, 4).

По большинству изучаемых гормонов получены статистически не достоверные данные, исключением являются тироксин и эстрадиол. Гормоны щитовидной железы являются жизненно важными для нормального течения беременности, для дифференциации эмбриональных органов, особенно плаценты [12–14]. В нашем исследовании коррекция йод-селенового статуса коров путем ввода им микроэлементной добавки позволила повысить концентрацию в сыворотке крови тироксина на 22,0 ($P \geq 0,05$) и 55,3 % ($P \leq 0,001$), трийодтиронина на 28,8 ($P \geq 0,05$) и 87,3 ($P \geq 0,05$) % соответственно на 14 и 28 сутки. Это может быть объяснено как действием самой добавки, так и изменением периода лактации [15]. Повышение эстрадиола на 21,0 ($P \geq 0,05$) и 24,3 % ($P \leq 0,05$) на 14 и 28 сутки указывает на половую охоту (организм готовится к овуляции); не оказывая прямого действия на овуляцию, этот гормон регулирует менструальный цикл, подготавливает слизистую оболочку матки к внедрению оплодотворенной яйцеклетки, что в нашем исследовании является решающим фактором [16].

Выявленная в нашем эксперименте устойчивая тенденция к повышению уровня пролактина, кортизола, тестостерона в сыворотке крови коров, помимо введения корректирующего препарата, могло быть следствием изменения срока лактации [17]. Обнаружена обратная связь фолликулостимулирующего (ФСГ) и адренокортикотропного гормонов (АКТГ), повышение второго свидетельствует о стрессовом состоянии животного, которое ведет к снижению уровня первого.

Рисунок 1

Биохимические показатели крови коров с низкими воспроизводительными способностями при использовании корректирующей добавки

Рисунок 2

Биохимические показатели крови коров с низкими воспроизводительными способностями при использовании корректирующей добавки

Рисунок 3

Элементный профиль коров герефордской породы на 14 день эксперимента по сравнению с постановкой на опыт, %

Рисунок 4
Элементный профиль коров герефордской породы на 28 сутки эксперимента по сравнению с постановкой на опыт, %

В нашем опыте снижение АКГТ способствовало росту ФСГ, что еще раз указывает на положительное действие микроэлементной добавки. Полученные нами данные подтверждаются исследованиями А.Г. Патюкова [18]. Оценка элементного состава шерсти у подопытных животных на 28 сутки установила, что введение корректирующей добавки микроэлементов позволяет повысить по отношению к моменту постановки на опыт обменный пул йода и селена, средние значения концентраций которых вошли в пределы допустимых значений (25–75 перцентиль).

Выводы. Внутримышечное введение препарата, содержащего комплекс эссенциальных микроэлементов, коровам с низкими воспроизводительными качествами способствует изменению гормонального статуса животных с увеличением концентрации в сыворотке крови Т₃, Т₄, Эстрадиола, в шерсти – йода и селена.

Исследования выполнены в соответствии с планом НИР на 2018–2020 гг. ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (№ 0761-2018-0005).

Библиографический список

1. Голиков, А.Н. Физиологическая адаптация животных [Текст] / А.Н. Голиков // Ветеринария. 1988. № 11. С. 55–58.
2. Ключникова, Н.Ф. Аспекты повышения оплодотворяемости коров [Текст] / Н.Ф. Ключникова. Хабаровск, 2006. 256 с.
3. Mallard B.A., Dekkers J.C., Ireland M.J. et al. Alteration in immune responsiveness during the peripartum period and its ramification on dairy cows and calf health. *Journal of Dairy Science*. 1998; 81 (2): 589–595.
4. Persson Waller K. Mammary gland immunology around parturition. Influence of stress, nutrition and genetics. *Advances in Experimental Medicine and Biology*. 2000; 480: 3488–3497.
5. Тяпугин, Е.А. Теория и практика интенсификации репродуктивной активности в молочном скотоводстве [Текст] / Е.А. Тяпугин. Вологда, 2008. 451 с.
6. Захаров, П.Г. Стимуляция половых функций у коров [Текст] / П.Г. Захаров, Е.П. Захаров, Н.И. Петров, Р.С. Сираджинов // РацВет Инфформ. 2006. № 2. С. 21–22.
7. Мирошников, С.А. Гигиеническая оценка селенового статуса Оренбургского региона [Текст] / С.А. Мирошников, Т.И. Бурцева, Н.А. Голубкина, С.В. Нотова, А.В. Скальный, О.И. Бурлуцкая // Вестник Оренбургского государственного университета. 2008. № 12 (94). С. 95–98.
8. Larsen P.R., Berry M.J. Nutritional and hormonal regulation of thyroid hormone deiodinases. *Ann. Res. Nutr.* 1995. Vol. 15. P. 323–352.
9. Решетник, Л.А. Биогеохимическое и клиническое значение селена для здоровья человека [Текст] / Л.А. Решетник, Е.О. Парфенова // Микроэлементы в медицине. 2001. № 2. С. 2–8.
10. Харламов, А.В. Элементный статус коров мясного направления продуктивности в Оренбургской области [Текст] / А.В. Харламов, А.Н. Фролов, О.А. Завьялов, И.В. Маркова // Животноводство и кормопроизводство. 2018. № 1 (101). С. 51–58.
11. Method of sampling beef cattle hair for assessment of elemental profile / S.A. Miroshnikov, A.V. Kharlamov, O.A. Zavyalov, A.N. Frolov, I.P. Bolodurina, O. Arapova, G. Duskaev // *Pakistan Journal of Nutrition*. 2015. T. 14. № 9. P. 632–636.
12. Forhead A.J., Fowden A.L. Thyroid hormones in fetal growth and prepartum maturation, *J. Endocrinol.* 221 (2014) R87–R103.

13. Micke G.C., Sullivan T.M., Kennaway D.J., Hernandez-Medrano J., Perry V.E. Maternal endocrine adaptation throughout pregnancy to nutrient manipulation: consequences for sexually dimorphic programming of thyroid hormones and development of their progeny, *Theriogenology* 83 (2015) 604–615.

14. Ashkar F.A., Semple E., Schmidt C.H., St. John E., Bartlewski P.M., King W. Thyroid hormone supplementation improves bovine embryo development in vitro. *Hum Reprod.* 2010; 25: 334–344. doi: 10.1093/humrep/dep394.

15. Pezzi C., Accorsi P.A., Vigo D., Govoni N., Gaiani R. 5'-Deiodinase activity and circulating thyronines in lactating cows. *J Dairy Sci.* 2003; 86: 152–158. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(03)73595-4.

16. Подвалюк, Д.В. Содержание прогестерона и эстрадиола-17 β в течение полового цикла у кобыл [Текст] / Д.В. Подвалюк, Ю.Д. Подва-

люк // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена Знак почета государственная академия ветеринарной медицины». 2015. Т. 51. № 1-1. С. 113–115.

17. Симонов, М.Р. Гормональный статус молочных коров до- и послеотельного периодов [Текст] / М.Р. Симонов, В.В. Влизло, В.И. Буяк, И.М. Петрух // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена Знак почета государственная академия ветеринарной медицины». 2017. Т. 53. № 2. С. 132–137.

18. Патюков, А.Г. Взаимосвязь содержания ключевых стресс-лимитирующих гормонов с показателями свободнорадикального окисления биомолекул в крови коров на разных стадиях репродуктивного цикла [Текст] / А.Г. Патюков, И.П. Степанова, Я.С. Макарова, В.В. Мутак // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 4. С. 501.

Сведения об авторах

1. **Харламов Анатолий Васильевич**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий отделом технологии мясного скотоводства и производства говядины, ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8 (3532) 43-46-78, e-mail: vniims.or@mail.ru

2. **Фролов Алексей Николаевич**, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела технологии мясного скотоводства и производства говядины, ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8 (3532) 43-46-78, e-mail: forleh@mail.ru.

3. **Завьялов Олег Александрович**, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела технологии мясного скотоводства и производства говядины, ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8 (3532) 43-46-78, e-mail: oleg-zavyalov83@mail.ru.

В статье представлены данные влияния парентерального введения препарата микроэлементов на гормональный статус и биохимические показатели крови коров. Исследования проведены на коровах герефордской породы, принадлежащих ООО СП «Колос» Оренбургской области ($n = 30$). Критерием отбора животных было дефицитное содержание йода и селена в шерсти ($I < 0,28$ мг/кг, $Se < 0,58$ мг/кг) и низкие воспроизводительные способности (не пришли в охоту более 2 месяцев). Животных разделили по принципу аналогов на 2 группы – контрольную ($n = 15$) и опытную ($n = 15$). Опытным животным на 1 и 10 сутки внутримышечно вводили по 10 мл коммерческого препарата, содержащего в 1 мл: йод – 5,5–7,5 мг, селен в органической форме – 0,07–0,09 мг (соответствует 0,16–0,20 мг селенита натрия), железо (Fe^{3+}) – 16–20 мг. Отбор проб крови производили на 1, 14 и 28 сутки эксперимента. В период проведения опыта рацион животных включал: сено естественных угодий – 8 кг, сенаж люцерновый –

6 кг, концентраты: смесь ячменя, пшеницы, овса – 3,0 кг, в нем содержалось ОЭ 106,2 МДж, сухого вещества – 12,1 кг, переводимого протеина – 1092 г. Биохимические показатели крови выявили, что на 14 день эксперимента наблюдалось достоверное увеличение содержания мочевины на 33,0 %, АСТ – на 5,2 % со снижением гамма-глутамилтрансферазы на 6,7 %, мочевой кислоты на – 8,9 %, холестерина – на 68,1 %. На 28 сутки увеличилось содержание триглицеридов на 41,0 %, мочевины – на 37,6 %, АЛТ – на 20,0 %, креатинина – 15,3 %, глюкозы – на 11,2 %, щелочной фосфатазы – на 10,4 %, АСТ – на 10,4 %, альбуминов – на 7,1 %, общего белка – на 5,9 % при снижении холинэстеразы на 9,6 %, прямого билирубина – на 16,4 %, холестерина – на 39,6 %, гамма-глутамилтрансферазы – на 80,7 % по сравнению с началом эксперимента. По большинству изучаемых гормонов: трийодтиронину, ФСГ, тестостерону, кортизолу, пролактину, ДГЭА-С, АКГТ, – получены статистически не достоверные данные, исклю-

чением являются тироксин, концентрация которого в сыворотке крови увеличилась на 22,0 и 55,3 % и эстрадиола – на 21,0 и 24,3 % соответственно на 14 и 28 сутки. Введение добавки микроэлементов позволяет производить коррекцию

обменного пула йода и селена, оценённого по концентрации в шерсти с холки, средние значения которых на 28 сутки вошли в пределы допустимых значений (25–75 перцентиль).

A. Kharlamov, A. Frolov, O. Zavyalov

EFFECT OF CORRECTION OF THE EXCHANGE POOL OF IODINE AND SELENIUM ESTIMATED BY THE CHEMICAL COMPOSITION OF WOOL ON THE HORMONAL STATUS OF COWS

Key words: cattle; cows; elemental status; blood; hormonal status; iodine; selenium.

Authors' personal details

1. **Kharlamov Anatoly**, Doctor of agricultural sciences, professor, head of the Beef Cattle Breeding and Production Technology department, Federal Scientific Center of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, 460000, Orenburg, Deviatoe Yanvarya St., 29, phone: 8 (3532) 43-46-78, e-mail: vniims.or@mail.ru.

2. **Frolov Aleksey**, Candidate of agricultural sciences, senior researcher of the Beef Cattle Breeding and Production Technology department, Federal Scientific Center of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, 460000, Orenburg, Deviatoe Yanvarya St., 29, phone: 8 (3532) 43-46-78, e-mail: forleh@mail.ru.

3. **Zavyalov Oleg**, Candidate of agricultural sciences, senior researcher of the Beef Cattle Breeding and Production Technology department, Federal Scientific Center of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, 460000, Orenburg, Deviatoe Yanvarya St., 29, phone: 8 (3532) 43-46-78, e-mail: oleg-zavyalov83@mail.ru.

The article presents data on the effect of parenteral administration of the preparation of trace elements on hormonal status and biochemical indices of cows blood. The studies were carried out on Hereford cows belonging to LLC Kolos of the Orenburg Region (n = 30). The criterion for selecting animals was the deficit content of iodine and selenium in wool (I < 0,28 mg/kg, Se < 0,58 mg/kg) and low reproductive ability (did not go hunting more than 2 months). The animals were divided according to the principle of analogs into 2 groups – control (n = 15) and experimental (n = 15). Experimental animals were injected intramuscularly with 10 ml of a commercial preparation containing 1 ml of iodine in the first and 10th days: iodine 5,5–7,5 mg, selenium in an organic form 0,07–0,09 mg (corresponding to 0,16–0,20 mg of sodium selenite), iron (Fe³⁺) – 16–20 mg. Blood samples were taken on days 1, 14 and 28 of the experiment. During the experiment, the animal diet included: hay of natural lands – 8 kg, alfalfa haylage – 6 kg, concentrates: barley, wheat, oats, – 3,0 kg, it contained OE – 106,2 MJ, dry matter – 12,1 kg, the transferred protein – 1092 g. Biochemical blood indices showed that on the 14th day

of the experiment there was a significant increase in the urea content by 33,0 %, AST – by 5,2 %, with a decrease in gamma-glutamyltransferase by 6,7 %, uric acid by 8,9 %, cholesterol – by 68,1 %. On the 28th day, the content increased: triglycerides by 41,0 %, urea by 37,6 %, ALT by 20,0 %, creatinine by 15,3 %, glucose by 11,2 %, alkaline phosphatase by 10,4 %, AST – 10,4 %, albumin – 7,1 %, total protein – 5,9 %, with a decrease in cholinesterase by 9,6 %, direct bilirubin – by 16,4 %, cholesterol – by 39,6 %, gamma-glutamyltransferase – by 80,7 % compared to the beginning of the experiment. For most of the hormones studied: triiodothyronine, FSH, testosterone, cortisol, prolactin, DHEA-C, and ACTH, statistically unreliable data were obtained, except that thyroxine concentration in serum increased by 22,0 and 55,3 % and estradiol by 21,0 and 24,3 %, respectively, on days 14 and 28. The introduction of trace elements addition allows to correct the exchange pool of iodine and selenium, estimated by the concentration in the wool from the withers, the average values of which on the 28th day entered the limits of acceptable values (25–75 percentile).