

В. И. Еременко, Е. Г. Ротмистровская

Функциональные резервы тестостеронсинтезирующей системы у нетелей разных пород

Аннотация.

Цель: изучение функциональных резервов тестостеронсинтезирующей системы нетелей на 6 месяце стельности.

Материалы и методы. Изучали ответную реакцию тестостеронсинтезирующей системы нетелей разных пород на стимуляцию хорионическим гонадотропином (ХГ). Для опыта использовали нетелей трех пород (голштинизированная черно-пестрая, симментальская и абердин-ангусская) и помесные нетели, полученные от скрещивания симментальской и абердин-ангусской породы. Сформировано 4 группы по 10 голов в каждой группе по породной принадлежности с одинаковым сроком стельности. Для оценки функциональных резервов тестостеронсинтезирующей системы нетелям на 6 месяце стельности вводили хорионический гонадотропин ХГ внутримышечно в дозе 3-4 тыс. МЕ в зависимости от живой массы животного. ХГ нетелям вводили три раза с интервалом 72 часа. Кровь для определения уровня тестостерона отбирали перед введением ХГ и через 2, 12, 24, 48 и 72 часа после каждого введения.

Результаты. Установлено, что более высокими функциональными резервами тестостеронсинтезирующей системы обладают нетели абердин-ангусской породы и помесные животные, которые имеют больший индекс активности тестостеронсинтезирующей системы, по отношению к нетелям голштинизированной черно-пестрой и симментальской породы. После проведения трехкратной стимуляции концентрация тестостерона у нетелей черно пестрой породы увеличилась в 2,3 раза, а у симментальских в 2,6 раза, у абердин-ангусских и у помесных в 2,9 раза. Расчет индекса активности тестостеронсинтезирующей системы у черно пестрых нетелей составил 1,3, у симментальской породы 1,59, абердин-ангусской — 1,91, у помесных — 1,92.

Заключение. Проведенные функциональные нагрузки показали, что более высокими функциональными резервами тестостеронсинтезирующей системы обладали нетели, принадлежащие к абердин-ангусской породе и помесные животные (абердин-ангусские х симментальские), которые имеют больший индекс активности тестостеронсинтезирующей системы по отношению к нетелям черно-пестрой и симментальской породы.

Ключевые слова: нетели; тестостерон; хорионический гонадотропин; голштинизированная черно-пестрая порода; симментальская порода; абердин-ангусская порода; помесные животные.

Авторы:

Еременко Виктор Иванович — доктор биологических наук, профессор; e-mail: vic.eriomenko@yandex.ru; «Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И. И. Иванова»; 305003, Россия, г. Курск, ул. Карла Маркса д. 70;

Ротмистровская Елена Геннадьевна — кандидат биологических наук; e-mail: rotmistrovskaya.lena@mail.ru; «Курский государственный медицинский университет»; 305003, Россия, г. Курск, ул. Карла Маркса, д. 3.

Введение. Уровень стероидных гормонов в крови является важнейшим показателем физиологического и гормонального статуса животного в разные возрастные периоды, особенно в период стельности. За последние годы в литературе накопилось достаточно данных о том, что функция тестостерона в женском организме объективно недооценена [1,2,3]. В организме самок метаболизм и синтез андрогенов тесно связаны с функцией надпочечников и яичниками, которые принимают участие в модификации периферических тканей. В надпочечниках секреция андрогенов регулируется таким гормоном, как адренокортикотропный, а в яичниках - лютеинизирующим гормоном (ЛГ) [4].

Около 25 % от всего количества андрогенов у самок формируется в яичниках и такое же количество в надпочечниках, остальные андрогены могут синтезироваться в периферических тканях [5]. У самок тестостерон может оказывать прямое и опосредованное действие на органы мишени. При прямом действии он влияет на обмен липидов, формирование мышечной ткани, при опосредованном - регулирует рост волос и синтез кожного сала. Любые нарушения в секреции метаболизма тестостерона несут негативный результат для многих систем организма, такие как репродуктивная, костно-мышечная и центральная нервная система [6].

Взаимодействие тестостерона и эстрогенов крайне необходимо для полноценного физиологического эффекта в нервной и костной ткани, молочных желез, яичников и т. д. Таким образом, следует отметить, что тестостерон принимает важное участие в физиологии самки в течение всего ее индивидуального развития. Имеются сведения, где указано, что тестостерон в женском организме является одним из наиболее активных половых стероидных гормонов [7].

Большинство тканей, а точнее молочная железа, сердечно-сосудистая система, желудочно-кишечный тракт, органы дыхания, головной и спинной мозг, периферические нервы, половые органы, мышечная и жировая ткань имеют андрогеновые рецепторы, поэтому дефицит андрогенов влияет не только на половую функцию организма самки, но и может сопровождаться разными патологическими состояниями организма. В научной литературе накоплено достаточное количество информации об функциональной связи тестостерона и хорионического гонадотропина (ХГ), который принимает участие в изменении гормонального фона организма самки в ходе развития стельности.

Важной функцией ХГ является стимулирование функции желтого тела и плаценты на синтез стероидных гормонов, в том числе и тестостерона. Считается, что он оказывает влияние на активность ферментов, которые участвуют в стероидогенезе и ускоряют синтез различных неферментативных белковых фракций [8].

Физиология животных имеет мало сведений о гормональном фоне в период стельности и в частности, о тестостероне в организме самок в различные периоды стельности [9]. Определение фоно-

вого уровня гормонов чаще всего не позволяет оценить резервы эндокринной функции исследуемой железы, поэтому применяются дополнительные специальные методы диагностики, которые дают возможность более тонко охарактеризовать состояние различных звеньев эндокринной системы организма. Для этого в эндокринологии используют пробу функциональных «нагрузок». Этот метод основан на введении стимулятора, который увеличивает продукцию гормона. Учитывая, что содержание тестостерона в крови сильно варьирует и зависит от множества различных факторов мы решили использовать для стимуляции и характеристики тестостеронсинтезирующей системы нетелей разных пород — хорионический гонадотропин [10, 11, 12, 13].

Целью данной работы являлось изучение ответной реакции тестостеронсинтезирующей системы нетелей разных пород на стимуляцию ХГ.

Материалы и методы. Объектом исследования были нетели трех пород (голландизированная черно — пестрая, симментальская и абердин -ангусская) и помесные нетели, полученные от скрещивания симментальской и абердин -ангусской породы. Указанные породы были сформированы в 4 группы по 10 голов в каждой по породной принадлежности и имели одинаковый срок стельности (6 месяцев стельности). Условия содержания и кормления подопытных нетелей были одинаковыми. Для оценки функциональных резервов тестостеронсинтезирующей системы нетелям на 6 месяце стельности вводили хорионический гонадотропин ХГ внутримышечно в дозе 3-4 тыс. МЕ в зависимости от живой массы животного. ХГ нетелям вводили три раза с интер-

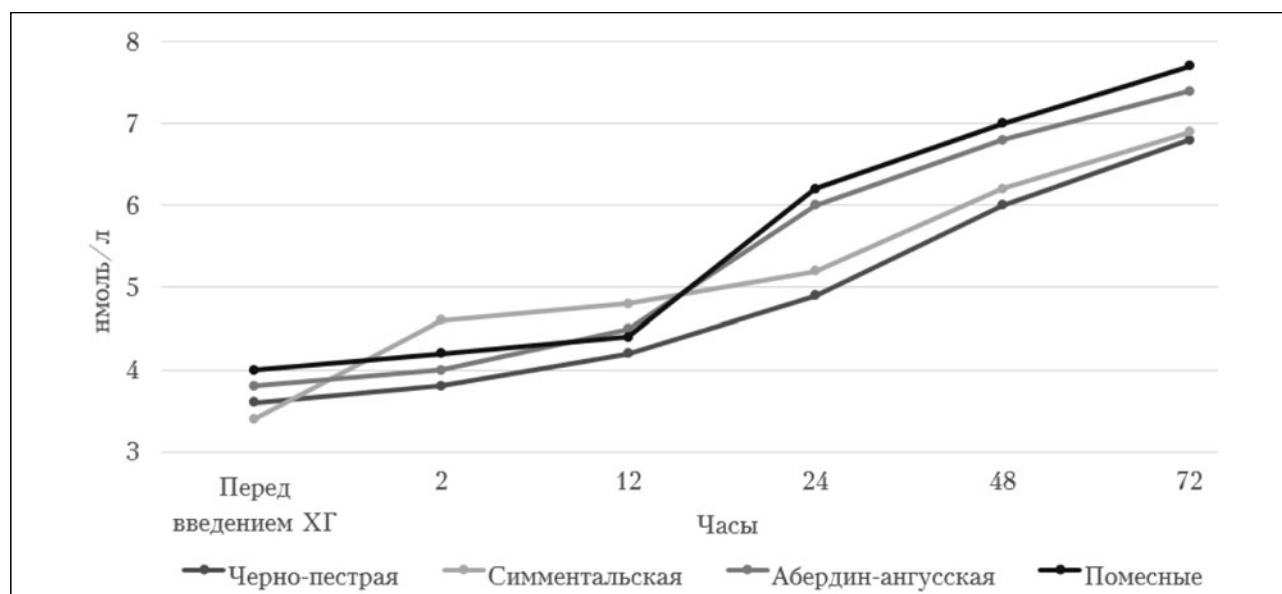


Рис. 1. Динамика изменения тестостерона в крови нетелей разных пород после первого введения ХГ.

валом 72 часа. Кровь для определения уровня тестостерона отбирали перед введением ХГ и через 2, 12, 24, 48 и 72 часа после каждого введения.

Индекс активности тестостеронсинтезирующей системы определяли по формуле:

$$\text{Иатс} = \frac{T1 - T0}{T0}, \text{ где}$$

Иатс — индекс активности тестостеронсинтезирующей системы;

$T0$ — базальный уровень тестостерона перед первым введением ХГ;

$T1$ — максимальный уровень тестостерона после третьей нагрузки ХГ.

Результаты и обсуждение. При исследовании тестостерона в крови подопытных нетелей перед введением ХГ, было установлено, что к шестому месяцу стельности концентрация этого показателя у нетелей голштинизированной черно-пестрой и симментальской пород была немного ниже, чем у группы нетелей абердин-ангусской и помесных животных. У нетелей черно пестрой породы концентрация тестостерона составляла $3,6 \pm 0,3$ нмоль/л, у симментальской — $3,4 \pm 0,3$ нмоль/л, у абердин — ангусской — $3,7 \pm 0,4$ нмоль/л и у помесных — $4,0 \pm 0,4$ нмоль/л. Статистически достоверных различий между подопытными группами нетелей в этот период не установлено ($P > 0,05$). Учитывая, что к 6 месяцу стельности в эмбрионе уже сформированы основные ткани и органы, то в этот период мы и провели нагрузку ХГ.

Подробно схема введения ХГ описана в разделе «Материалы и методы исследования». После введения ХГ уровень тестостерона постепенно увеличивался. Динамика изменения тестостерона в крови нетелей после первого введения ХГ представлена на рисунке 1.

Из данных, приведенных на рисунке 1, следует, что через 2 часа после первого введения ХГ в первой группе уровень тестостерона составил $3,7 \pm 0,3$ нмоль/л, во второй $4,6 \pm 0,3$ нмоль/л, в третьей — $4,0 \pm 0,3$ нмоль/л, а в четвертой — $4,2 \pm 0,4$ нмоль/л. Через 12 часов после первого введения ХГ наблюдался скачок уровня тестостерона в крови нетелей. У нетелей голштинизированной черно-пестрой породы до $4,1 \pm 0,3$ нмоль/л, у симментальской породы до $4,8 \pm 0,4$ нмоль/л, у абердин — ангусской породы до $4,5 \pm 0,4$ нмоль/л, у помесных животных до $4,4 \pm 0,3$ нмоль/л. Через 24 часа после первого введения ХГ продолжилось увеличение уровня тестостерона в крови нетелей. Максимальный уровень тестостерона был у помесных нетелей, он составил $6,2 \pm 0,5$ нмоль/л. Немного ниже этот показатель был у нетелей симментальской и абердин-ангусской породы — $5,2 \pm 0,4$ нмоль/л и $6,0 \pm 0,5$ нмоль/л, соответственно. Самая низкая концентрация тестостерона была у голштинизированной черно-пестрой породы — $4,9 \pm 0,4$ нмоль/л. Через 48 часов уровень тестостерона в крови нетелей продолжал увеличиваться и составил в первой группе $6,0 \pm 0,5$ нмоль/л, во второй группе $6,2 \pm 0,5$ нмоль/л, в третьей — $6,8 \pm 0,4$ нмоль/л, в четвертой — $7,0 \pm 0,5$ нмоль/л. Через 72 часа после первого введения ХГ уровень гормона в крови нетелей составил по группам: черно — пестрая $6,8 \pm 0,5$ нмоль/л, у симментальских $6,9 \pm 0,5$ нмоль/л, у абердин — ангусских — $7,3 \pm 0,6$ нмоль/л и у помесных $7,7 \pm 0,6$ нмоль/л.

Для определения более полного потенциала тестостеронсинтезирующей системы через 72 часа после первой стимуляции ХГ подопытных животных

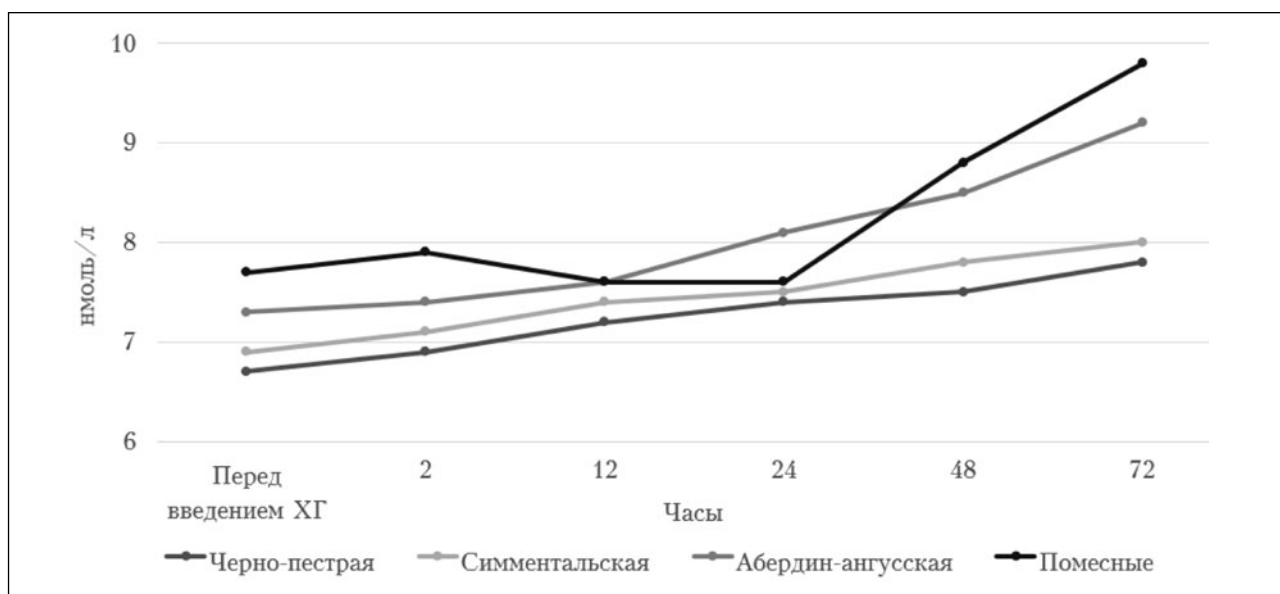


Рис. 2. Динамика изменения тестостерона в крови нетелей разных пород после второго введения ХГ

было проведено повторное введение ХГ. Динамика изменения тестостерона в крови нетелей после второго введения хорионического гонадотропина представлена на рисунке 2.

Как видно из данных приведенных на рисунке 2, через 2 часа после второго введения ХГ концентрация тестостерона у черно-пестрых нетелей составляла $6,8 \pm 0,6$ нмоль/л, у симментальских $6,9 \pm 0,5$ нмоль/л, у абердин-ангусских $7,3 \pm 0,7$ нмоль/л, у помесных — $7,7 \pm 0,4$ нмоль/л. Наиболее высокая концентрация гормона в крови подопытных нетелей обеих групп наблюдалась через 72 часа после второго введения ХГ.

У нетелей черно-пестрой породы концентрация тестостерона составляла $7,8 \pm 0,5$ нмоль/л, у симментальской — $8,0 \pm 0,6$ нмоль/л, у абердин-ангусской — $9,2 \pm 0,6$ нмоль/л и у помесных — $9,8 \pm 0,7$ нмоль/л.

Перед третьей стимуляцией уровень тестостерона в крови подопытных животных был немного выше у помесных животных — $9,8 \pm 0,7$ нмоль/л. Динамику изменения тестостерона в крови нетелей разных пород после третьего введения ХГ представлены на рисунке 3.

После третьего введения ХГ реакция тестостеронсинтезирующей системы продолжала нарастать, достигая своего максимума у группы черно-пестрых и симментальских нетелей через 24 часа, а у абердин-ангусских и помесных нетелей через 48 часов и составляла: у абердин-ангусской — $10,8 \pm 0,6$ нмоль/л и у помесных — $11,7 \pm 0,7$ нмоль/л. Последующее введение ХГ не приводило к повышению тестостерона в крови, а лишь поддерживало достигнутый уровень гормона. После проведения трехкратной стимуляции концентрация тестостерона у нетелей черно пестрой породы увеличилась в 2,3 раза, а у симментальских в 2,6 раза, у абердин-ангусских и у помесных в 2,9 раза. Расчет индекса активности тестостеронсинтезирующей системы у черно пестрых нетелей составил 1,3, у симментальской породы 1,59, абердин-ангусской — 1,91, у помесных — 1,92.

Закключение. Более высокими функциональными резервами тестостеронсинтезирующей системы обладают нетели абердин-ангусской породы и помесные животные, которые имеют больший индекс активности тестостеронсинтезирующей системы, по отношению к нетелям черно пестрой и симментальской породы.

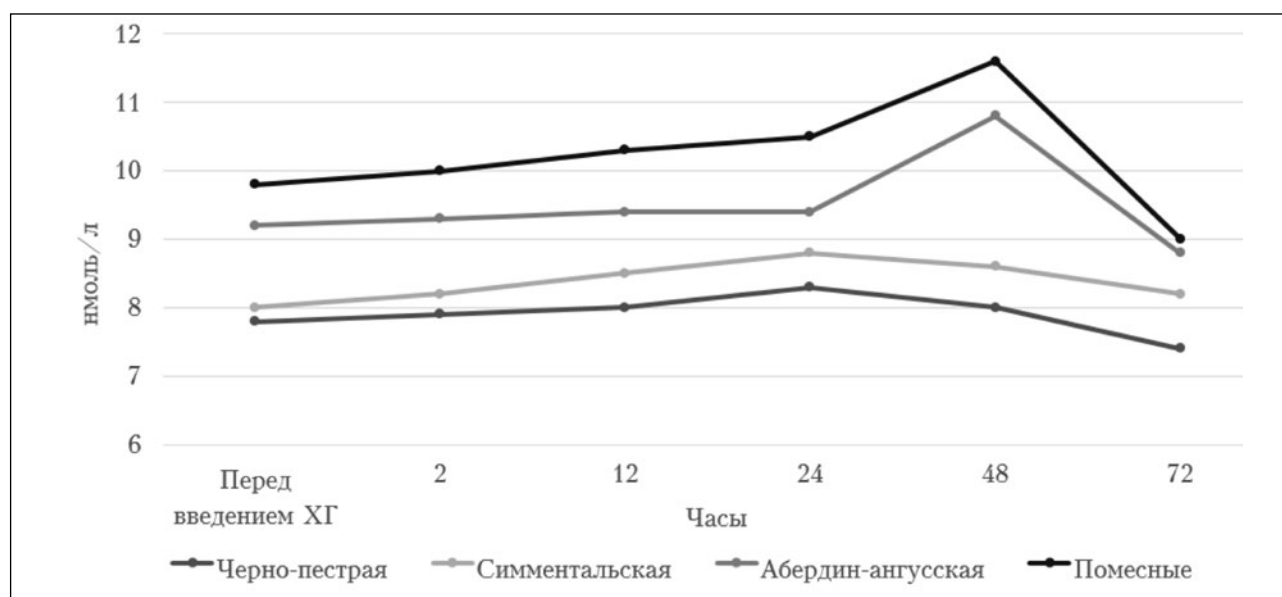


Рис. 3. Динамика изменения тестостерона в крови нетелей разных пород после третьего введения ХГ

Литература

1. Hilton E. N. Transgender Women in the Female Category of Sport: Perspectives on Testosterone Suppression and Performance Advantage / E. N. Hilton, T. R. Lundberg // Sports Med. — 2021. — №51(2). — P. 199-214. doi:10.1007/s40279-020-01389-3.
2. Martinez-Garcia A. Testosterone use in postmenopausal women / Martinez- A. Garcia, S. R. Davis // Climacteric. — 2021. — №24(1). — P. 46-50. doi:10.1080/13697137.2020.1796961. Epub 2020 Jul 24.
3. Dandona P. Mechanisms underlying the metabolic actions of testosterone in humans: A narrative review / P. Dandona, S. Dhindsa, H. Ghanim, F. Saad // Diabetes Obes Metab. — 2021. — №23(1). — P. 18-28. doi:10.1111/dom.14206.

4. Burger H. G. Androgen production in women / H. G. Burger // Fertil. Steril. — 2002. — Vol. 77. — №4. — P. 3-5.
5. Sluijmer A. V. Endocrine activity of the postmenopausal ovary: the effects of pituitary downregulation and oophorectomy / A. V. Sluijmer, M. J. Heineman, F. H. De Jong, J. L. Evers // J. Clin. Endocrinol. Metab. — 1995. — Vol. 80. — №7. — P. 2163-2167.
6. Белых О. А. Репродуктивная система и гормоны / О. А. Белых, Е. А. Кочеткова, Б. И. Гельцер, А. В. Калинин // Вестник ДВО РАН. — 2005. — № 3. — С. 102-108.
7. Физиология эндокринной системы / под ред. Дж. Гриффина, С. Охеды. — М., 2008.
8. Элементы эндокринной регуляции / под ред. А.Н. Смирнова. — М., 2006.
9. Akolekar R. Maternal serum placental protein 13 at 11-13 weeks of gestation in preeclampsia. Prenat Diagn / R. Akolekar, A. Syngelaki // J. Beta et al. — 2009. — №29(12). — P. 1103-1108.
10. Богданова М. А. Разработка технологии изготовления и применения иммунологического теста для диагностики беременности и бесплодия коров: автореф. дисс. ... канд. биол. наук. — Ульяновск, 2008. — 24 с.
11. Eremenko V. I. Functional Reserves of the Testosterone Synthesizing System in the Blood of Heifers in Different Breeds / V. I. Eremenko, E. G. Rotmistrovskaya // World's Veterinary Journal. — 2019. — №9(4). — P. 297-301.
12. Eremenko V. I. Functional reserves of the testosterone-synthesizing system in the blood of 12-month-old heifers of different breeds / V. I. Eremenko, E. G. Rotmistrovskaya // International Journal of Veterinary Science. — 2019.
13. Еременко В. И., Ротмистровская Е. Г. Динамика тестостерона у телочек разных пород // В кн.: Актуальные вопросы биотехнологии и ветеринарных наук: теория и практика: материалы национальной научной конференции Института ветеринарной медицины: (27-28 июня). — Челябинск. — ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ. — 2019. — 240 с.
14. Еременко В. И., Меченков Д. А., Ротмистровская Е. Г. Состояние тестостеронсинтезирующей системы и обмен веществ у лактирующих коров: монография. — Курск: Изд-во Курск. гос. с.-х. ак., 2015. — 166 с.

Eremenko V., Rotmistrovskaya E.

Functional reserves of the testosterone-synthesizing system in the blood of heifers of different breeds

Abstract.

Purpose: The research was conducted to study the functional reserves of the testosterone-synthesizing system of heifers at the 6th month of pregnancy.

Materials and methods. The response of the testosterone-synthesizing system of heifers of different breeds to stimulation with chorionic gonadotropin was studied. For the experiment, three breeds of heifers were used (Holstein black-and-white, Simmental and Aberdeen-Angus) and crossbred heifers obtained from crossing the Simmental and Aberdeen-Angus breeds. They were formed into 4 groups of 10 heads in each group by breed and had the same pregnancy period. To assess the functional reserves of the testosterone-synthesizing system, chorionic gonadotropin HCG was injected intramuscularly at a dose of 3-4 thousand m.e. depending on the live weight of the animal at the 6th month of pregnancy. HCG was administered to the heifers three times with an interval of 72 hours. Blood for the determination of testosterone levels was taken before the administration of HCG and 2.12, 24, 48 and 72 hours after each administration.

Results. It has been established that Aberdeen-Angus breed heifers and crossbred animals that have a higher activity index of the testosterone-synthesizing system have higher functional reserves of the testosterone-synthesizing system in relation to non-heifers of Holstein black-and-white and Simmental breeds. After triple stimulation, the testosterone concentration in black-and-white heifers increased 2.3 times, and in Simmental 2.6 times, in Aberdeen-Angus and crossbreeds 2.9 times. The calculation of the activity index of the testosterone-synthesizing system in black-and-white heifers was 1.3, in the Simmental breed 1.59, Aberdeen-Angus - 1.91, in crossbreeds - 1.92.

Conclusion. *Thus, the functional loads carried out showed that the higher functional reserves of the testosterone-synthesizing system were possessed by heifers belonging to the Aberdeen-Angus breed and crossbreeds (Aberdeen-Angus x Simmental), which have a higher index of activity of the testosterone-synthesizing system in relation to the heifers of the black-and-white and Simmental breeds.*

Key words: heifers; testosterone; chorionic gonadotropin; golshinized black-white breed; Simmental breed; Aberdeen-Angus breed; cross-breed animal.

Authors:

Eremenko V. — Dr. Habil. (Biol. Sci), professor, e-mail: vic.eriomenko@yandex.ru; Kursk Agricultural Academy named after I. I. Ivanov, 70 Karl Marx Street, Kursk, 305003.

Rotmistrovskaya E. — PhD (Biol. Sci.); e-mail: rotmistrovskaya.lena@mail.ru; Kursk State Medical University, 3 Karl Marx Street, Kursk, 305003.

References

1. Hilton E. N. Transgender Women in the Female Category of Sport: Perspectives on Testosterone Suppression and Performance Advantage / E. N. Hilton, T. R. Lundberg // *Sports Med.* — 2021. — №51(2). — P. 199-214. doi:10.1007/s40279-020-01389-3.
2. Martnez-Garcha A. Testosterone use in postmenopausal women / Martnez- A. Garcha, S. R. Davis // *Climacteric.* — 2021. — №24(1). — P. 46-50. doi:10.1080/13697137.2020.1796961. Epub 2020 Jul 24.
3. Dandona P. Mechanisms underlying the metabolic actions of testosterone in humans: A narrative review / P. Dandona, S. Dhindsa, H. Ghanim, F. Saad // *Diabetes Obes Metab.* — 2021. — №23(1). — P. 18-28. doi:10.1111/dom.14206.
4. Burger H. G. Androgen production in women / H. G. Burger // *Fertil. Steril.* — 2002. — Vol. 77. — №4. — P. 3-5.
5. Sluijmer A. V. Endocrine activity of the postmenopausal ovary: the effects of pituitary downregulation and oophorectomy / A. V. Sluijmer, M. J. Heineman, F. H. De Jong, J. L. Evers // *J. Clin. Endocrinol. Metab.* — 1995. — Vol. 80. — №7. — P. 2163-2167.
6. White O. A. Reproductive system and hormones / O. A. Belykh, E. A. Kochetkova, B. I. Geltzer, A. B. Kalinin // *Bulletin of the Far Eastern Railways.* -2005.-No. 3.-S. 102-108.
7. *Physiology of the endocrine system* / Ed. J. Gryffin, S. Okhedi. - M., 2008.
8. *Elements of endocrine regulation* / Ed. A.N. Smirnova. - M., 2006.
9. Akolekar R. Maternal serum placental protein 13 at 11-13 weeks of gestation in preeclampsia. *Prenat Diagn* / R. Akolekar, A. Syngelaki // *J. Beta et al.* — 2009. — №29(12). — P. 1103-1108.
10. Bogdanova M.A. Development of the technology of manufacturing and using an immunological test for the diagnosis of pregnancy and cow infertility: Author. Diss. ... cand. Biol. sciences. - Ulyanovsk, 2008. - 24 p.
11. Eremenko V. I. Functional Reserves of the Testosterone Synthesizing System in the Blood of Heifers in Different Breeds / V. I. Eremenko, E. G. Rotmistrovskaya // *World's Veterinary Journal.* — 2019. — №9(4). — P. 297-301.
12. Eremenko V. I. Functional reserves of the testosterone-synthesizing system in the blood of 12-month-old heifers of different breeds / V. I. Eremenko, E. G. Rotmistrovskaya // *International Journal of Veterinary Science.* — 2019.
13. Eremenko V.I., Rotmistrovskaya E. G. Dynamics of testosterone in heifers of different breeds // In the book: Actual issues of biotechnology and veterinary sciences: theory and practice: Materials of the National Scientific Conference of the Institute of Veterinary Medicine: (June 27-28) . - Chelyabinsk. - FSBOU in the South Ural Gau. - 2019. - 240 p.
14. Eremenko V.I., Muchenkov D.A., Rotmistrovskaya E. G. The state of testosterone synthetic systems and metabolism in lactating cows: monograph. - Kursk: Publishing House of Kursk. state. S.-Kh. Ak., 2015. - 166 p.