

УДК: 636.22.28:612.622.089.67
DOI:10.52419/issn2072-2419.2023.4.221

СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КОНЦЕНТРАЦИИ АНТИМЮЛЛЕРОВА ГОРМОНА И БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КРОВИ КОРОВ-ДОНОРОВ В ЛЮТЕИНОВУЮ ФАЗУ ЦИКЛА

Козицына А.И.* – канд. ветеринар. наук, доц. каф. биохимии и физиологии (ORCID 0000-0003-3005-0968); **Карпенко Л.Ю.** – д-р биол. наук, проф., зав. каф. биохимии и физиологии (ORCID 0000-0002-2781-5993); **Никитин Г.С.** – канд. ветеринар. наук, доц. каф. генетических и репродуктивных биотехнологий (ORCID 0000-0002-2080-2970); **Ачиллов В.В.** – к. вет. н., асс. каф. генетических и репродуктивных биотехнологий; **Олонцев В.А.** – асп. 1 года обучения каф. кормления и разведения животных; **Семенова В.С.** – асп. 2 года обучения каф. генетических и репродуктивных биотехнологий.

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет
ветеринарной медицины»

* anna.kozitzyna@yandex.ru

Ключевые слова: крупный рогатый скот, голштинская порода, антимюллеров гормон, лабораторная диагностика, статистика.

Keywords: cattle, holstein breed, anti-muller hormone, laboratory diagnostics, statistics

Финансирование: исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-76-01089, <https://rscf.ru/project/23-76-01089/>.

Поступила: 25.09.2023

Принята к публикации: 17.11.2023

Опубликована онлайн: 08.12.2023



РЕФЕРАТ

Повышение продуктивности коров в условиях современного мира является ключевым аспектом животноводства. Трансплантация эмбрионов у коров позволяет увеличить производство генетически ценных животных и улучшить племенные качества стада. Одним из методов определения активности и резерва яичников является определение антимюллерова гормона в крови. АМГ играет важную роль в регуляции репродуктивной функции у животных, включая коров. Высокие уровни АМГ могут указывать на хорошую резервную способность яичников, что может быть полезно при выборе животных для разведения. В представленном исследовании был проведен анализ биохимических показателей крови 9 коров голштинской породы в лютеиновую фазу. Между показателем уровня АМГ и показателями мочевины и азота мочевины была выявлена прямая корреляция высокой степени (0,89 и 0,89 соответственно). Между показателем уровня АМГ и уровнем креатинина сыворотки крови была выявлена прямая заметная корреляция (0,63). Также при оценке показателей минерального обмена были выявлены сильные корреляционные зависимости: отрицательная при сравнении уровня

АМГ с уровнем кальция (-0,71) и положительная при сравнении уровня АМГ с уровнем фосфора (0,78). Регуляция синтеза самого АМГ и его метаболические воздействия изучены мало, существует только ограниченное число данных о взаимосвязи гормона с другими факторами аутокринной и паракринной регуляции. Для более точного понимания этой корреляции и ее значимости необходимо проведение дополнительных исследований.

ВВЕДЕНИЕ / INTRODUCTION

Повышение продуктивности коров в условиях современного мира является ключевым аспектом животноводства [10]. Это позволит увеличить объем производства молока, что важно для удовлетворения растущего спроса на молочную продукцию. Более продуктивные животные могут производить больше молока при использовании тех же или даже меньших ресурсов, таких как корм, вода и пространство, что способствует улучшению эффективности производства, и может улучшить экономическое благосостояние животноводческих предприятий. [4 9] Кроме того, селекция может привести к получению более устойчивых к изменениям климата, плохим условиям или другим стрессовым ситуациям животных, что может снизить риск потерь в производстве. Повышению продуктивности также способствует обновление и улучшение генетических линий стада, что важно для сохранения качества и устойчивости стада на долгосрочной перспективе. Одним из методов генетического улучшения показателей крупного рогатого скота является применение методов геномной инженерии, трансплантации эмбрионов и искусственного осеменения.

Трансплантация эмбрионов у коров - это процесс переноса эмбриона от одной коровы (донора) в другую (реципиенту) с целью разведения и улучшения генетических характеристик стада. За счет трансплантации можно увеличить количество потомства, которое получено от высокоценных генетических коров, что позволяет производить потомство с желаемыми характеристиками. Трансплантация эмбрионов может быть более эффективной и экономически выгодной для особо ценных особей, чем естественное разведение, поскольку позволяет увеличить количество потомства от одной коровы-донора.

Кроме того, данная процедура также может быть использована для сохранения и распространения генетических ресурсов угрожаемых или ценных генетических линий. Таким образом, трансплантация эмбрионов у коров имеет большое значение для улучшения генетических характеристик стада, увеличения плодовитости и улучшения эффективности разведения в животноводстве, однако, для успешной трансплантации эмбрионов необходимо получить множественную овуляцию с выходом нескольких яйцеклеток. Как правило, достигается это при помощи суперовуляции. [5, 6]

К суперовуляции коров-доноров обычно прибегают для увеличения количества яйцеклеток, которые оплодотворяются в половых путях донора с использованием искусственного осеменения повышенной дозой спермы. При этом корова-донор подвергается специальной программе стимуляции фолликулогенеза. Это обычно делается путем введения фолликулостимулирующего и лютеинизирующего гормонов в сочетании со схемой синхронизации полового цикла. Полученные эмбрионы могут быть трансплантированы реципиентам с меньшей племенной ценностью или криоконсервированы в жидком азоте. Этот процесс позволяет увеличить производство генетически ценных животных и улучшить племенные качества стада. Однако, в виду сложности процедуры получения эмбрионов *in vivo* существует ряд неизученных аспектов, снижающих эффективность метода. Одним из них является не стабильная реакция на суперовуляцию отдельных коров-доноров и низкий ответ на гормональную терапию со стороны их яичников. [5]

Одним из методов определения активности и резерва яичников является определение антимюллера гормона в крови.

АМГ играет важную роль в регуляции репродуктивной функции у животных, включая коров. Высокие уровни АМГ могут указывать на хорошую резервную способность яичников, что может быть полезно при выборе животных для разведения. Измерение уровня АМГ может помочь в мониторинге репродуктивного цикла коровы, а также определении оптимального времени для осеменения или искусственного оплодотворения. Оценка АМГ может помочь в мониторинге репродуктивного здоровья стада, включая определение возможных проблем или рисков, связанных с репродуктивной функцией. [3, 8]

Однако, на настоящий момент механизмы действия АМГ на организм животных в целом и коров в частности изучены недостаточно, кроме того, в отечественной литературе мало данных, затрагивающих использование АМГ в ветеринарии сельскохозяйственных животных, а в свою очередь, применение изменения уровня этого гормона может оказаться

крайне полезным. [1, 7, 8] Таким образом, статистическая оценка уровня АМГ и соотношения данного показателя с другими биохимическими параметрами – это актуальная задача.

Целью представленного исследования была статистическая оценка уровня АМГ и биохимических показателей сыворотки крови коров в лютеиновую фазу для последующего выявления наиболее значимых закономерностей.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ / MATERIALS AND METHODS

В представленном исследовании был проведен анализ биохимических показателей крови 9 коров голштинской породы. Тип содержания беспривязный, кормление полнорационными кормами, согласно физиологическим потребностям. Все коровы были подвергнуты клиническому осмотру. Забор проб крови осуществлялся из подхвостовой вены с соблюдением правил асептики и антисептики.

Таблица 1 – Результаты биохимического исследования сыворотки крови коров (n=9, M±m)

Показатель	Ед. изм.	Значение	Коэффициент корреляции показателей с АМГ
АМГ	пмоль/л	14131,16 ± 10524,03	
Эстрадиол	пмоль/л	842,03 ± 1164,49	-0,27
Прогестерон	нмоль/л	20,99 ± 15,07	-0,21
Тестостерон	нмоль/л	1,71 ± 1,17	-0,19
Общий белок	г/л	84,13 ± 3,40	-0,02
Альбумин	г/л	36,41 ± 4,19	0,03
Глобулины	г/л	47,72 ± 5,38	-0,04
Мочевина	ммоль/л	5,55 ± 1,27	0,89
Азот мочевины	ммоль/л	2,59 ± 0,59	0,89
Креатинин	мкмоль/л	81,81 ± 7,83	0,63
Билирубин	мкмоль/л	2,74 ± 0,69	-0,31
АлАт	МЕ/л	27,76 ± 4,09	0,17
АсАт	МЕ/л	83,03 ± 11,45	-0,21
Щелочная фосфатаза	МЕ/л	57,37 ± 14,18	-0,36
Амилаза	МЕ/л	88,34 ± 37,22	0,37
Глюкоза	ммоль/л	2,91 ± 0,95	0,08
Холестерин	ммоль/л	4,66 ± 1,01	-0,22
Кальций общий	ммоль/л	2,64 ± 0,19	-0,71
Фосфор	ммоль/л	2,04 ± 0,29	0,78

В сыворотке крови определяли количество общего белка, альбумина, глобулина, мочевины, азота мочевины, креатинина, билирубина, глюкозы, холестерина, общего кальция, фосфора, эстрадиола, прогестерона, тестостерона, амниотиллерова гормона (АМГ), а также активность ферментов сыворотки крови: аланинаминотрансферазы (АлАт), аспартатамино-трансферазы (АсАт), щелочной фосфатазы и амилазы по общепринятым методикам. У всех исследуемых животных был определен уровень прогестерона выше 4 нг/мл, что, в совокупности с клиническим осмотром, подтверждало лютеиновую фазу цикла у данных животных.

Статистическая обработка полученных данных включала вычисление среднего арифметического, определение стандартного отклонения и степени корреляции с помощью программного обеспечения Microsoft Excel 2007.

РЕЗУЛЬТАТЫ / RESULTS

Полученные результаты биохимических исследований сыворотки крови представлены в таблице 1.

В ходе оценки корреляционных параметров были выявлены следующие зависимости. Между показателем уровня АМГ и показателями мочевины и азота мочевины была выявлена прямая корреляция высокой степени (0,89 и 0,89 соответственно). Между показателем уровня АМГ и уровнем креатинина сыворотки крови была выявлена прямая заметная корреляция (0,63). Также при оценке показателей минерального обмена были выявлены сильные корреляционные зависимости: отрицательная при сравнении уровня АМГ с уровнем кальция (-0,71) и положительная при сравнении уровня АМГ с уровнем фосфора (0,78).

ВЫВОДЫ / CONCLUSION

Исходя из полученных на настоящее время данных, основные корреляционные паттерны были выявлены между показателями белкового (мочевина, азот мочевины) и минерального обменов (кальций и фосфор).

Уровень АМГ и мочевины у коров могут коррелировать из-за их связи с

функцией яичников. АМГ производится яичниками и играет роль в регуляции роста фолликулов в яичниках. Его уровень может быть связан с репродуктивной функцией коров и их способностью производить яйцеклетки, характеризует овариальный резерв. [8] Мочевина, с другой стороны, является конечным продуктом обмена азота, а также важным показателем белкового обмена у жвачных. Таким образом, если уровень АМГ и мочевины коррелируют, это может указывать на усиление обменных процессов, связанных с метаболизмом белков, реакций превращения аминокислот при более значительной степени овуляции.

Кальций и фосфор являются важными макроэлементами, необходимыми для роста, развития и поддержания здоровья костей, мускулатуры, нервной системы и других органов. Корреляция между уровнем АМГ и содержанием кальция и фосфора может указывать на взаимосвязь между активацией процессов активного роста фолликулов, связанной с реакциями фосфорилирования, и общим состоянием минерального обмена, так как овуляция и последующие каскады физиологических реакций – энергос затратный процесс, вовлекающий, кроме прочего, и элетролитный состав организма.

Регуляция синтеза самого АМГ и его метаболические воздействия изучены мало, существует только ограниченное число данных о взаимосвязи гормона с другими факторами аутокринной и паракринной регуляции. [1, 2] Для более точного понимания этой корреляции и ее значимости необходимо проведение дополнительных исследований.

STATISTICAL ASSESSMENT OF ANTI-MULLER HORMONE AND BLOOD BIOCHEMICAL PARAMETERS OF DONOR COWS DURING THE LUTEAL PHASE OF THE CYCLE

Kozitcyna A.I.* – Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor (ORCID 0000-0003-3005-0968), **Karpenko L.Yu.** – Doctor of Biological Sciences, Professor (ORCID 0000-0002-2781-5993); **Nikitin G.S.** – Candidate of Veterinary Sciences,

Associate Professor (ORCID 0000-0002-2080-2970), **Achilov V.V.** – Candidate of Veterinary Sciences, Assistant, **Olontsev V.A.** – 1st year postgraduate student, **Semenova V.S.** – 2nd year postgraduate student.

St. Petersburg State University of Veterinary Medicine

*anna.kozitzyna@yandex.ru

Financing: *The research was financially supported by the Russian Science Foundation (Grant No. 23-76-01089), <https://rscf.ru/project/23-76-01089/>*

ABSTRACT

Increasing the productivity of cows in the modern world is a key aspect of animal husbandry. Embryo transplantation in cows makes it possible to increase the production of genetically valuable animals and improve the breeding qualities of the herd. One of the methods for determining the activity and reserve of the ovaries is the determination of anti-Müllerian hormone in the blood. AMH plays an important role in the regulation of reproductive function in animals, including cows. High levels of AMH may indicate a good reserve capacity of the ovaries, which may be useful when choosing animals for breeding. In the presented study, the biochemical parameters of the blood of 9 Holstein cows in the luteal phase were analyzed. A direct correlation of a high degree (0.89 and 0.89, respectively) was found between the AMH level indicator and urea and urea nitrogen indicators. There was a direct noticeable correlation between the AMH level and the serum creatinine level (0.63). Also, when assessing the indicators of mineral metabolism, strong correlations were revealed: negative when comparing the level of AMH with the level of calcium (-0.71) and positive when comparing the level of AMH with the level of phosphorus (0.78). The regulation of the synthesis of AMH itself and its metabolic effects have been studied little, there is only a limited amount of data on the relationship of the hormone with other factors of autocrine and paracrine regulation. For a more accurate understanding of

this correlation and its significance, additional research is needed.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Кузнецова, И. В. Роль антимюллерова гормона в женской репродукции / И. В. Кузнецова, Ю. С. Драпкина // Медицинский алфавит. – 2017. – Т. 2, № 10(307). – С. 9-16.
2. Роль витамина D в исходах программ вспомогательных репродуктивных технологий / З. М. С. Найми, Е. А. Калинина, А. Е. Донников [и др.] // Акушерство и гинекология. – 2015. – № 11. – С. 5-10.
3. Скриганюк, А. А. антимюллеров гормон / А. А. Скриганюк, А. Н. Харламова // Universum: медицина и фармакология. – 2019. – № 1(56). – С. 16-18.
4. Шушакова, А. Д. Методы контроля нарушения показателя pH крови у крупного рогатого скота / А. Д. Шушакова // Молодые исследователи агропромышленного и лесного комплексов – регионам: Сборник научных трудов по результатам работы VIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Вологда-Молочное, 20 апреля 2023 года. Том 3. – Вологда-Молочное: Вологодская государственная молочнохозяйственная академия им. Н.В. Верещагина, 2023. – С. 242-245.
5. Alward, Kayla J, and Jillian F Bohlen. "Overview of Anti-Müllerian hormone (AMH) and association with fertility in female cattle." *Reproduction in domestic animals = Zuchthygiene* vol. 55,1 (2020): 3-10. doi:10.1111/rda.13583.
6. Differential expression of anti-Müllerian hormone (amh) and anti-Müllerian hormone receptor type II (amhrII) // *Developmental Dynamics* 2007 Jan;236(1):271-81.
7. Gamarra, G et al. "Dietary propylene glycol and in vitro embryo production after ovum pick-up in heifers with different anti-Müllerian hormone profiles." *Reproduction, fertility, and development* vol. 27,8 (2015): 1249-61. doi:10.1071/RD14091.
8. Mossa, Francesca, and James J Ireland. "Physiology and endocrinology symposium: Anti-Müllerian hormone: a biomarker for the ovarian reserve, ovarian function, and fertili-

ty in dairy cows." *Journal of animal science* vol. 97,4 (2019): 1446-1455. doi:10.1093/jas/skz022.

9. Mycotoxin eliminator "Elitox" in lasttrimester pregnant cows application impact on immune blood profile of offspring / A. Kozitsyna, L. Karpenko, A. Bakhta [et al.] // *Reproduction in Domestic Animals*. – 2018. – Vol. 53, No. S2. – P. 153.

10. Pregnant Cows and Heifers Blood Profile Comparison / A. I. Kozitsyna, L. Yu. Karpenko, A. A. Bakhta [et al.] // *International scientific and practical conference "Agro-SMART - Smart solutions for agriculture" (Agro-SMART 2018)*, Tyumen, 16–20 июля 2018 года. Vol. 151. – Tyumen: Atlantis Press, 2018. – P. 391-396.

REFERENCES

1. Kuznetsova, I. V. The role of anti-muller hormone in female reproduction / I. V. Kuznetsova, Yu. S. Drapkina // *Medical Alphabet*. – 2017. – Vol. 2, No. 10(307). – pp. 9-16.

2. The role of vitamin D in the outcomes of assisted reproductive technology programs / Z. M. S. Naimi, E. A. Kalinina, A. E. Donnikov [et al.] // *Obstetrics and gynecology*. – 2015. – No. 11. – PP. 5-10.

3. Skriganyuk, A. A. antimullerov hormone / A. A. Skriganyuk, A. N. Kharlamova // *Universum: medicine and pharmacology*. – 2019. – № 1(56). – Pp. 16-18.

4. Shushakova, A.D. Methods of controlling violations of blood PH in cattle / A.D. Shushakova // *Young researchers of agro-industrial and forestry complexes - regions: A collection of scientific papers on the results of the VIII All-Russian Scientific and Practical conference with international participation, Vologda-Molochnoye, April 20,*

2023. Volume 3. – Vologda-Dairy: Vologda State Dairy Academy named after N.V. Vereshchagin, 2023. – pp. 242-245.

5. Alward, Kayla J, and Jillian F Bohlen. "Overview of Anti-Müllerian hormone (AMH) and association with fertility in female cattle." *Reproduction in domestic animals = Zuchthygiene* vol. 55,1 (2020): 3-10. doi:10.1111/rda.13583.

6. Differential expression of anti-Müllerian hormone (amh) and anti-Müllerian hormone receptor type II (amhrII) // *Developmental Dynamics* 2007 Jan;236(1):271-81.

7. Gamarra, G et al. "Dietary propylene glycol and in vitro embryo production after ovum pick-up in heifers with different anti-Müllerian hormone profiles." *Reproduction, fertility, and development* vol. 27,8 (2015): 1249-61. doi:10.1071/RD14091.

8. Mossa, Francesca, and James J Ireland. "Physiology and endocrinology symposium: Anti-Müllerian hormone: a biomarker for the ovarian reserve, ovarian function, and fertility in dairy cows." *Journal of animal science* vol. 97,4 (2019): 1446-1455. doi:10.1093/jas/skz022.

9. Mycotoxin eliminator "Elitox" in lasttrimester pregnant cows application impact on immune blood profile of offspring / A. Kozitsyna, L. Karpenko, A. Bakhta [et al.] // *Reproduction in Domestic Animals*. – 2018. – Vol. 53, No. S2. – P. 153.

10. Pregnant Cows and Heifers Blood Profile Comparison / A. I. Kozitsyna, L. Yu. Karpenko, A. A. Bakhta [et al.] // *International scientific and practical conference "Agro-SMART - Smart solutions for agriculture" (Agro-SMART 2018)*, Tyumen, July 16-20, 2018. Vol. 151. – Tyumen: Atlantis Press, 2018. – P. 391-396.