

В. С. Семенова¹, В. А. Олонцев¹, А. И. Козицына¹, К. В. Племяшов¹, Г. С. Никитин¹, В. В. Ачилов¹,
Г. В. Ширяев²

Оценка корреляционной взаимосвязи показателей прогнозируемой племенной ценности коров и концентрации антимюллера гормона

¹ Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины² Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных – филиал ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л. К. Эрнста»

Рекомендации для цитирования: Семенова В. С. Оценка корреляционной взаимосвязи показателей прогнозируемой племенной ценности коров и концентрации антимюллера гормона / В. С. Семенова, В. А. Олонцев, А. И. Козицына, К. В. Племяшов, Г. С. Никитин, В. В. Ачилов, Г. В. Ширяев // Генетика и разведение животных. – 2025. – № 2. – С. 37–46. <https://doi.org/10.31043/2410-2733-2025-2-37-46>

For citation: Semenova V., Olontsev V., Kozitsyna A., Plemyashov K., Nikitin G., Achilov V., Shiryayev G. Evaluation of the correlation between predicted breeding value indicators of cows and Anti-Mullerian hormone concentrations. 2025;(2):37–46. (In Russ.) <https://doi.org/10.31043/2410-2733-2024-2-37-46>

Поступила в редакцию: 12.05.2025;
Received: 12.05.2025.

© Semenova V., Olontsev V., Kozitsyna A., Plemyashov K., Nikitin G., Achilov V., Shiryayev G., 2025

This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: the authors declare that they have no conflict of interest.

Аннотация.

На современном этапе молочное животноводство неразрывно связано с развитием новых селекционно-генетических, биотехнологических подходов. В исследованиях последних лет особую актуальность несет использование антимюллера гормона (АМГ), как биомаркера эмбриопродуктивности и овариального резерва. Однако изучению взаимосвязи племенной ценности и уровня этого биомаркера в крови уделено недостаточное внимание.

Цель – провести оценку корреляционной взаимосвязи показателей прогнозируемой племенной ценности коров голштинской породы и концентрации АМГ.

Материалы и методы. Материалом для исследований послужили коровы первой лактации голштинской породы племенного завода Ленинградской области, отобранные в качестве доноров эмбрионов ($n=11$). Предметом исследования стала корреляционная связь признаков прогнозируемой племенной ценности (64 селекционных индекса), фактической продуктивности, уровня АМГ в крови.

Результаты. Установлена достоверная корреляционная связь АМГ с удоем ($r=-0,68$), резистентностью к метриту (METR) ($r=0,60$) и индексами фертильности: индексом стельности (DPR) ($r=0,61$) и продолжительностью стельности (GL) ($r=-0,84$). Отмечены достоверные корреляции АМГ с экстерьерными показателями: высотой в крестце (stature) ($r=-0,80$), молочным типом (dairy form) ($r=-0,64$), шириной таза (thurl width) ($r=-0,81$), бороздой вымени (udder ceft) ($r=-0,72$), расположением задних сосков (rear teat placement) ($r=-0,64$). Несмотря на ограничение данного исследования в виде размера выборки, можно сделать предварительные выводы о возможности определения уровня АМГ в сыворотке крови крупного рогатого скота наряду с другими диагностическими тестами для селекционного отбора животных.

Ключевые слова: крупный рогатый скот; удой; антимюллеров гормон; племенная ценность; индекс; молочный тип.

Введение. Молочное животноводство требует внедрения передовых биотехнологических методов для ускорения темпов селекции. Ленинградская область по итогам 2024 года достигла уровня удоя по племенным организациям 10 375 кг на среднюю голову и поголовьем 60 123 голов коров.

Традиционные системы оценки племенной ценности позволяют оценивать животное по продуктивности материнских предков (сиссов и полусиссов) с низким процентом достоверности

признака и высокой долей зависимости от внешних паратипических факторов. Однако с 2008 года в мировой селекционной практике началась новая эра – эра геномной селекции, и появилась возможность оценивать племенную ценность животного на этапе первых месяцев его жизни и принимать решения о дальнейшем использовании. Темпы генетического прогресса с вводом геномной оценки позволили сократить генерационный интервал до 2,5 лет, по сравнению с 7,5 при

использовании традиционных систем. Первоначально были введены признаки молочной продуктивности, однако со временем появилась и оценка фертильности, которая позволила принимать решения и о эмбриопригодности в отношении ремонтных телок и коров [1–3].

Ввиду широкого использования в Ленинградской области генетики североамериканской и канадской селекции в 7 поколениях и более региональная популяция представлена животными с общемировыми известными предками. В 2024 году группой исследователей ФГБОУ ВО СПбГУВМ зарегистрирована «Система математического моделирования племенной ценности КРС молочного направления продуктивности на основании геномного прогноза предков» RU 2024686651 для расчёта и получения прогноза племенной ценности [4, 5].

Особый интерес геномная селекция приобретает при интеграции с различными физиологическими и биохимическими маркерами, такими как концентрация антимюллерова гормона (АМГ), который является одним из основных индикаторов нормального функционирования половых желёз, и биохимическими показателями крови.

По химической структуре АМГ представляет собой димерный гликопротеин, состоящий из двух идентичных субъединиц, соединённых двумя дисульфидными связями. Химическая природа гормона осложняет детекцию его концентрации, т.к. коммерческие наборы для иммуноферментного анализа должны использоваться для конкретного вида, что зачастую делает анализ на порядок дороже. Физиологическая роль АМГ в фолликулогенезе не вполне ясна, но в целом ее можно определить как ингибирующую: торможение развития примордиальных фолликулов; ингибирование активности ароматазы в клетках гранулезы; снижение чувствительности антральных фолликулов к фолликулостимулирующему гормону (ФСГ), препятствие выбору и росту доминантного фолликула [6, 7].

Уровень АМГ не зависит от секреции гонадотропных гормонов гипофиза и отражает истинное состояние фолликулов. Анализ на антимюллеров гормон считают значимым тестом для определе-

ния фолликулярного резерва яичника, оценки овариальной дисфункции и овариального старения [8, 9]. В ряде зарубежных исследований авторы подтверждают высокое значение АМГ как важного биомаркера в прогнозировании эмбриопродуктивности, овариального резерва и фертильности в целом [10, 11]. Коэффициент наследования по данным авторов составляет $0,36 \pm 0,03$, что превышает коэффициенты наследования по традиционным признакам репродуктивности [12].

Цель исследований — провести оценку корреляционной взаимосвязи прогнозируемой племенной ценности коров голштинской породы и концентрации АМГ.

Материалы и методы. Исследования проводились в популяции коров голштинской породы племенного завода «Бутры» Ленинградской области с общей численностью поголовья 7 548 голов крупного рогатого скота и 3087 голов коров на 01.05.2025 года; продуктивность за 2024 год по производственному отчету составила 10 730 кг на фуражную голову. В качестве информации по первичному зоотехническому учету использовались данные программы племенного учета «Селэкс. Молочный скот» с карточками формы 2-мол, данные ветеринарного учета.

Для проведения статистической обработки и визуализации полученных данных использованы такие библиотеки Python как pandas, matplotlib, statsmodel, а также Microsoft Office Excel. Расчетная модель племенной ценности определялась с помощью программы «Генстор» (№ свидетельства RU 2024686651 о регистрации систем для ЭВМ). Полученные данные обрабатывали с помощью программы IBM SPSS Statistics V26 (США). Средние показатели представлены как среднее арифметическое значение $\pm SD$. Перед статистической обработкой результатов проверяли нормальность распределения показателя концентрации АМГ по тесту Колмогорова-Смирнова. Данный показатель имел классическое нормальное распределение, в связи с чем для анализа связи двух признаков использовался анализ ранговой корреляции по Пирсону. Для определения отдаленных связей показателей признаков к обобщающим факторам с неболь-

Таблица 1. Продуктивные показатели исследуемых коров (n=11) и концентрация АМГ
Table 1. Productive indicators of the studied cows (n=11) and the concentration of AMH

Показатель	Удой, кг	Массовая доля жира, %	Массовая доля белка, %	АМГ, пг/мл
M $\pm$ m	10652,82 $\pm$ 216,13	3,81 $\pm$ 0,11	3,47 $\pm$ 0,04	1607,91 $\pm$ 108,83
Min	9556,00	3,23	3,28	1002,00
Max	11735,00	4,34	3,68	2350,00
Коэффициент корреляции	-0,68, p<0,05	—	—	-0,68, p<0,05

шим количеством животных в выборке использовался анализ главных компонент (РСА).

Исследовательская группа насчитывала 11 коров первой лактации с высокой прогнозируемой племенной ценностью, отобранных в качестве коров-доноров эмбрионов. Животные были клинически здоровы. Условия содержания и кормления соответствовали зооветеринарным требованиям и были одинаковыми для всех животных. У коров брали один образец крови из подхвостовой вены для измерения сывороточного АМГ в пробирки с активатором свертывания вакуумным методом. Сыворотка крови получена центрифугированием (3000 об/мин) с последующим замораживанием при -75°C . Концентрация АМГ определялась в клинико-биохимической лаборатории СПбГУВМ. Иммуноферментный анализ проводили с использованием наборов для определения АМГ в сыворотке крови коров Cloud-Clone Corp. (КНР).

Результаты и обсуждение. В настоящее время рядом авторов концентрация АМГ рассматривается в качестве потенциального предиктора фертильности животных [13–15]. При этом единого мнения относительно нормативов значения АМГ для крупного рогатого скота пока нет. В исследованиях Alward K. J. и др. (2025) предлагается следующая градация концентрации АМГ: <165 пг/мл – низкий, $167–278$ пг/мл – средний и >281 пг/мл – высокий [16]. Это согласуется с исследованием Федотова С. В. и др. (2020), в котором концентрация АМГ, соответствующая высокой фертильности коров, составляет от $0,3$ нг/мл [17]. В работе Коса D. и др. (2024), посвященной поиску надежных маркеров для определения голштинских коров-доноров эмбрионов, отмечено, что уровни АМГ были разделены следующим образом: низкий (<132 пг/мл), средний ($132–256$ пг/мл) и высокий (>256 пг/мл) [18]. Помимо этого в этой же работе указано, что пороговые значения АМГ для образования необходимого количества желтых тел, общего количе-

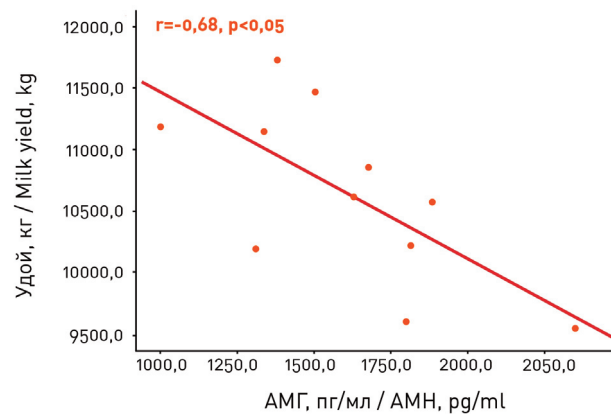


Рис. 1. Корреляционная связь между концентрацией АМГ (пг/мл) с удоем (кг) голштинских коров (n=11)

Fig. 1. Correlation between AMH concentration (pg/ml) and milk yield (kg) of Holstein cows (n=11)

ства эмбрионов и количества эмбрионов, пригодных для переноса, составляет >200 пг/мл. Исходя из этого можно отметить, что участвующие в исследовании коровы имели высокий уровень концентрации АМГ. Концентрации АМГ в сыворотке изучаемых животных имели среднее значение $1607,91 \pm 108,83$ пг/мл. Медианная концентрация АМГ составила $1629,00$ пг/мл, с индивидуальными значениями АМГ в диапазоне от $1002,00$ до $2350,00$ пг/мл (табл. 1).

Анализируя статистические связи между продуктивными признаками и концентрацией АМГ можно сделать вывод о статистически значимой отрицательной корреляции АМГ–Удой, кг ($r = -0,68$, $p < 0,05$) (табл. 1, рис. 1). Несмотря на ограниченный размер выборки в настоящем исследовании с точки зрения продуктивных параметров результаты согласуются с результатами исследования, проведенного Schwarzmanna L. и соавторами (2023), в котором понижение уровня АМГ зафиксировано у коров с более высоким удоем [11]. Это не соответствует данным Alward K. J. и др. (2025), согласно которым с повышением удоя растет уровень АМГ [16]. Но сами авторы объясняют это наличием в исследованиях коров различного возраста живот-

Таблица 2. Значимые достоверные коррелирующие признаки прогнозируемой племенной ценности с АМГ

Table 2. Significant reliable correlations between predicted breeding value and AMH

Пара признаков	r	p-значение
АМГ-DPR (Индекс стельности или оплодотворяемость дочерей)	0,61	0,045
АМГ-GL (Продолжительность стельности)	-0,84	0,001
АМГ-METR (Резистентность к метриту)	0,60	0,049
АМГ-Stature (Высота в крестце)	-0,80	0,003
АМГ-Dairy Form (Молочный тип)	-0,64	0,034
АМГ-Thurl Width (Ширина таза)	-0,81	0,002
АМГ-Udder Cleft (Борозда вымени)	-0,72	0,012
АМГ-Rear teat placement (Расположение задних сосков)	-0,64	0,035

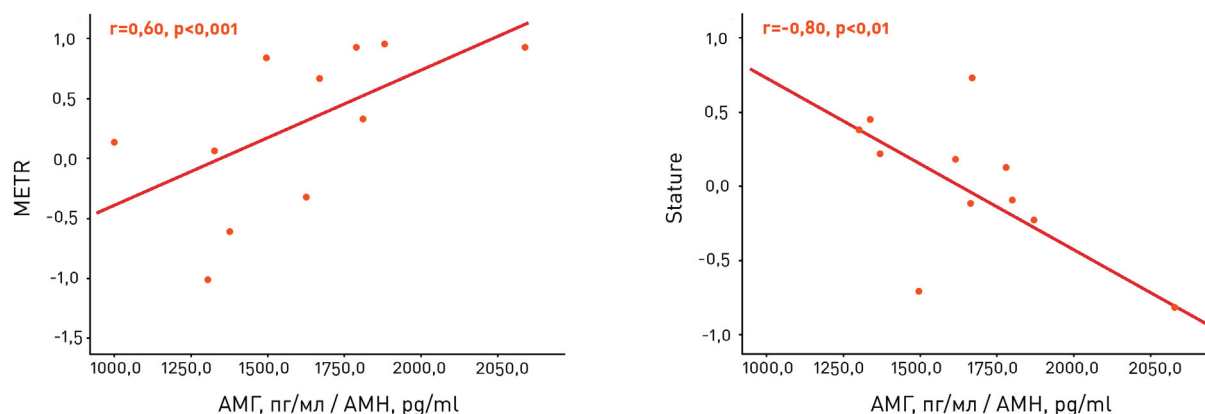


Рис. 2. Корреляционная связь между концентрацией АМГ (пг/мл) с METR (резистентность к метриту) и Stature (высота в крестце) голштинских коров (n=11)

Fig. 2. Correlation between AMH concentration (pg/ml) with METR (resistance to metritis) and Stature of Holstein cows (n=11)

ных — коровы 2-ой и выше лактации имели более высокую концентрацию АМГ. Подобная тенденция отмечена и у Druker S. и др. (2019) [19]. В наших исследованиях коровы все были 1-ой лактации.

В ходе прогнозирования племенной ценности установлено, что исследуемая выборка обладала положительной передающей способностью по удою (+171,7 фунтов), сохранности корма (+74,8), по показателям фертильности дочерей (0,78) и их жизнеспособности (0,51). По экстерьерным характеристикам выборка характеризовалась положительным композитным индексом вымени (+0,33), однако имела отрицательное значение по композитному индексу строения конечностей (-0,25). Выборка также характеризовалась высоким ростом, выраженностью молочных форм, приподнятым крестцом, широким тазом. В таблице 2 проанализированы показатели геномной оценки и выявлены достоверно значимые корреляционные взаимосвязи с уровнем АМГ.

Рассматривая корреляционные связи уровня АМГ с показателями экстерьера, необходимо обозначить, что речь не может идти о прямом

влиянии. Понятно, что в настоящее время показатели экстерьера в первую очередь тесно связаны с молочной продуктивностью животных с высокой адаптацией к условиям промышленных технологий. И некоторые признаки, как к примеру и уровень АМГ, вряд ли могут в настоящее время определять селекцию ввиду своей малоизученности именно в рамках широкомасштабной селекции. При этом не раз доказано, что интенсивный отбор по признакам, связанным с продуктивностью животных, может негативно влиять на репродуктивную функцию и, как правило, речь идет о косвенном влиянии. В частности, полученные данные о достоверной отрицательной корреляции между АМГ и показателями экстерьера (табл. 2, рис. 2–4) могут свидетельствовать о том, что животные с высоким овариальным резервом имеют менее выраженные признаки молочного типа.

Рассматривая взаимосвязь показателей фертильности с уровнем АМГ, стоит отметить достоверную положительную корреляционную связь с DPR ($r=0,61, p<0,05$). Daughter Pregnancy Rate

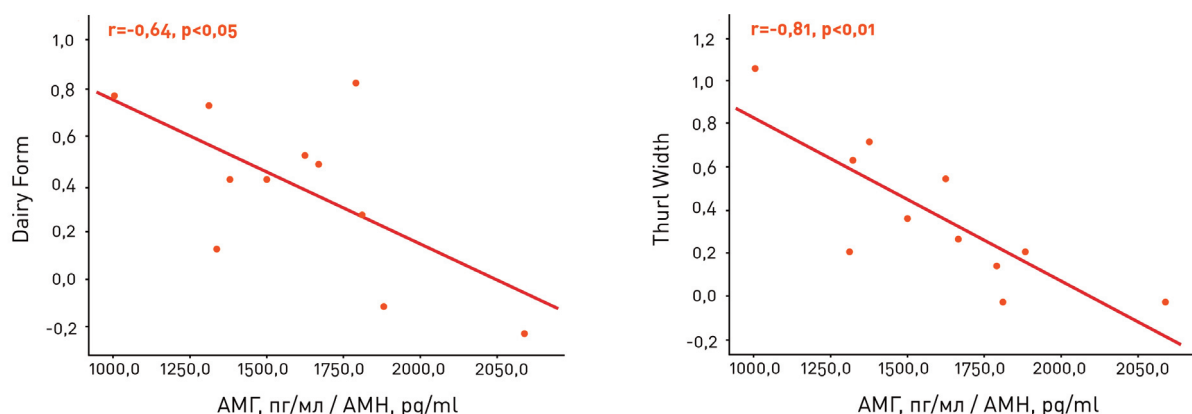


Рис. 3. Корреляционная связь между концентрацией АМГ (пг/мл) с Dairy Form (молочный тип) и Thurl Width (ширина тазобедренного сустава) голштинских коров (n=11)

Fig. 3. Correlation between AMH concentration (pg/ml) with Dairy Form и Thurl Width of Holstein cows (n=11)

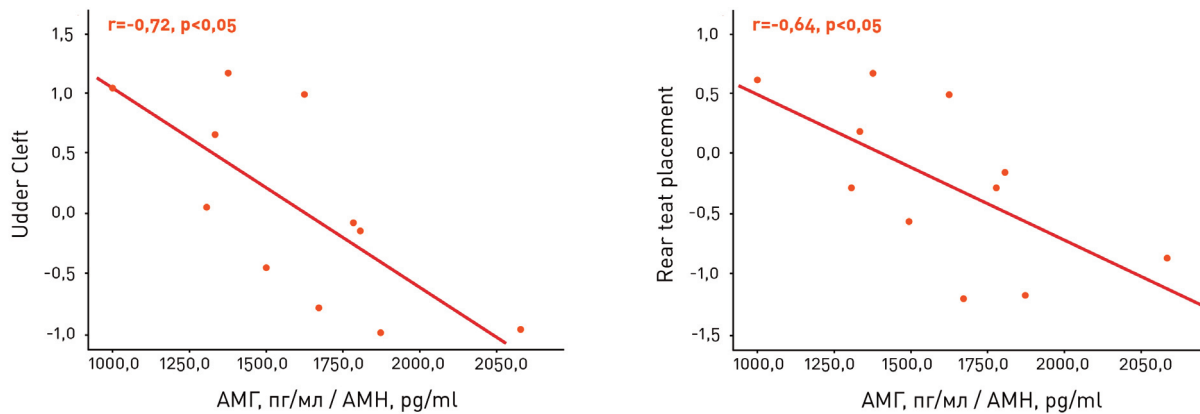


Рис. 4. Корреляционная связь между концентрацией АМГ (пг/мл) с Udder Cleft (борозда вымени) и Rear teat placement (расположение задних сосков) голштинских коров (n=11)

Fig. 4. Correlation between AMH concentration (pg/ml) with Udder Cleft and Rear teat placement of Holstein cows (n=11)

— индекс стельности или оплодотворяемость дочерей — общая способность коровы начинать цикл, показывать охоту, осеменяться и поддерживать стельность. Данный параметр показывает, как быстро коровы становятся стельными после отела [20]. Положительную корреляционную связь можно объяснить, во-первых, наличием в выборке только клинически здоровых животных, ориентированных впоследствии на роль коров-доноров с высокой племенной ценностью. Во-вторых, по данным некоторых авторов тенденция повышения концентрации АМГ положительно взаимосвязана с концентрациями фолликулостимулирующего и лютеинизирующего гормонов, играющих одну из главных ролей в фолликулогенезе и овуляции [21, 22]. Что может обуславливать тенденцию, при которой у молочных коров при снижении уровня АМГ снижается общий процент стельности [23–25]. Также установлено, что уровень АМГ в крови животных коррелирует с количеством получаемых жизнеспособных эмбрионов у крупного рогатого скота [21, 26]. Что же касается параметра GL

(продолжительность стельности) и его взаимосвязи с уровнем АМГ обращает на себя внимание, наивысший уровень достоверности коэффициента корреляции в данных исследованиях ($r = -0.68$, $p < 0.001$) (табл. 2, рис. 5). Данных, объясняющих увеличение длительности стельности у животных с более низким уровнем АМГ в литературе нет. Есть данные по повышению у таких животных показателя межотельного интервала [23], но как показано ранее — низкий уровень АМГ способствует снижению оплодотворяемости молочных коров. Поэтому в дальнейшем еще предстоит установить влияние различных концентраций АМГ на продолжительность стельности молочных коров.

Еще одним из параметров имеющих достоверную положительную корреляционную связь с уровнем АМГ в крови коров является МЕТР (резистентность к метриту) ($r = 0.60$, $p < 0.05$) (табл. 2, рис. 2). В литературе по поводу связи различных концентраций АМГ с метритами информация встречается, но она носит противоречивый характер. С одной стороны, есть исследования

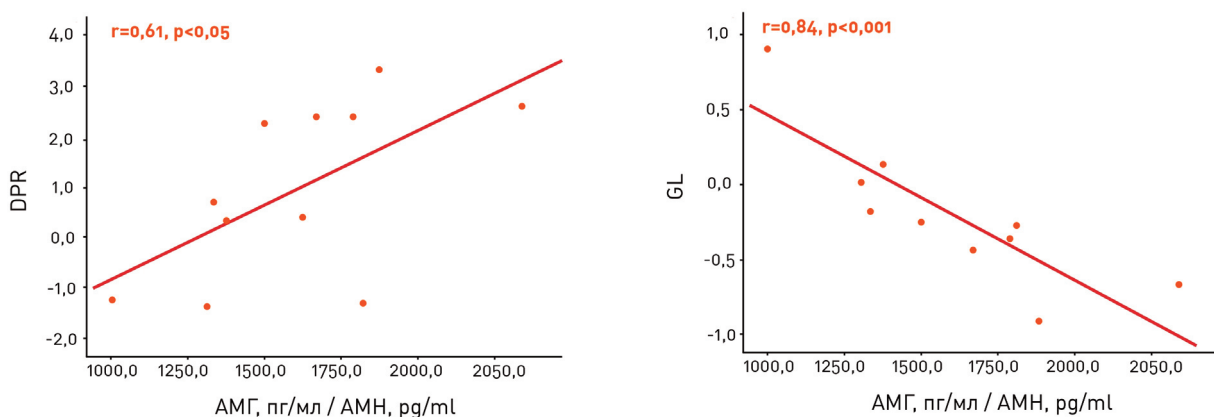


Рис. 5. Корреляционная связь между концентрацией АМГ (пг/мл) с DPR (индексом стельности или оплодотворяемости дочерей) и GL (продолжительностью стельности) голштинских коров (n=11)

Fig. 5. Correlation between AMH concentration (pg/ml) with DPR (daughter pregnancy rate) and GL of Holstein cows (n=11)

Окава Н. и др. (2021), согласно которым существует отрицательная корреляционная связь между изменениями концентрации АМГ и маркерами воспаления в сыворотке крови в перинатальный период у молочных коров [27]. С другой стороны, у ряда авторов возникновение послеродовых заболеваний не повлияло на концентрацию АМГ у коров [11]. При этом стоит отметить, что в исследованиях Окава Н. и др. не учитывался фактор возраста животных, который напрямую влияет на послеродовой уровень АМГ [11].

Заключение. Согласно проведенным исследо-

ваниям животные с менее выраженными признаками молочного типа и высокой фертильностью имеют более высокий уровень АМГ в сыворотке крови. Отмечена отрицательная корреляция с удоем, а также положительная корреляция с резистентностью к метриту и АМГ. Несмотря на ограничение данного исследования в виде размера выборки можно сделать предварительные выводы о возможности определения уровня АМГ в сыворотке крови крупного рогатого скота наряду с другими диагностическими тестами для селекционного отбора животных.

Исследования проведены в рамках гранта РНФ №23-76-01089

«Изучение антимюллера гормона при прогнозировании эмбриопродуктивности коров».

Литература

1. Козицына А. И. Статистическая оценка концентрации антимюллера гормона и биохимических показателей крови коров-доноров в лютеиновую фазу цикла / А. И. Козицына, Л. Ю. Карпенко, Г. С. Никитин, В. В. Ачилов, В. А. Олонцев, В. С. Семенова // Международный вестник ветеринарии. — 2023. — № 4. — С. 221–226. doi: 10.52419/issn2072-2419.2023.4.221.
2. Олонцев В. А. Динамика молочных показателей за период 2013–2021 в селекционной популяции голштинского скота племенного завода / В. А. Олонцев, П. И. Уколов, О. Г. Шараскина // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. — 2024. — № 1(75). — С. 95–104. doi: 10.24412/2078-1318-2024-1-95-104.
3. Сакса Е. И. Использование оценок быков-производителей по индексам плодовитости их дочерей в улучшении воспроизводительной способности животных голштинской породы / Е. И. Сакса // Молочное и мясное скотоводство. — 2019. — № 8. — С. 14–18. doi: 10.33943/MMS.2019.56.003.
4. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2024625072 Российская Федерация. База данных моделирования племенной ценности крупного рогатого скота молочного направления продуктивности на основании геномного прогноза предков : № 2024624381 : заявл. 14.10.2024 : опубл. 11.11.2024 / В. А. Олонцев, К. В. Племяшов, Г. С. Никитин, П. И. Уколов ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины".
5. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024686651 Российская Федерация. Система математического моделирования племенной ценности крупного рогатого скота молочного направления продуктивности на основа-
- нии геномного прогноза предков : № 2024683778 : заявл. 14.10.2024 : опубл. 11.11.2024 / В. А. Олонцев, К. В. Племяшов, Г. С. Никитин, П. И. Уколов ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины".
6. Josso N. Anti-Mullerian hormone and its receptors / N. Josso, N. di Clemente, L. Gouedard // Molecular and Cellular Endocrinology. — 2001. — № 179. — P. 25–32. doi: 10.1016/s0303-7207(01)00467-1. PMID: 11420127.
7. Pellatt L. Anti-Mullerian hormone and polycystic ovary syndrome: a mountain too high? / L. Pellatt, S. Rise, H. Mason // Reproduction. — 2010. — № 39: 5. — P. 825–833. doi: 10.1530/REP-09-0415. PMID: 20207725.
8. Grossman M. Muillerian inhibiting substance inhibits cytochrome P450 aromatase activity in human granulosa lutein cell culture / M. Grossman, S. Nakajima, M. Fallat, Y. Siow // Fertility and Sterility. — 2008. — Vol. 89. — P. 1364–1370. doi: 10.1016/j.fertnstert.2007.03.066. PMID: 17517397.
9. K. An. Potential Role of Anti-Mullerian Hormone in Regulating Seasonal Reproduction in Animals: The Example of Males / An K., Yao B., Tan Y., Kang Y., Su J. / International Journal of Molecular Sciences. — 2023. — № 24(6). — 5874. doi: 10.3390/ijms24065874.
10. Hashimoto S. Effects of dietary zearalenone intake on oocyte quality for in vitro embryo production and on serum Anti-Mullerian hormone and inflammatory marker levels, following ovum pick-up in Japanese Black donor cows / S. Hashimoto, H. Hasunuma, K. Toda, H. Fujisaki, M. Arai, D. Matsumoto, O. Yamato, O. S. Widodo, M. Taniguchi, M. Takagi // Animal Reproduction Science. — 2025. — Vol. 280. — 107970. doi: 10.1016/j.anireprosci.2025.107970.

11. Schwarzmamm L. Effects of postpartum diseases on antral follicle count and serum concentration of Anti-Mullerian hormone in dairy cows / L. Schwarzmamm, A. Marchand, B. Knutti, R. Bruckmaier, H. Bollwein, D. Scarlet // *Animal Reproduction Science*. — 2023. — Vol. 255. — 107291. doi: 10.1016/j.anireprosci.2023.107291. PMID: 37392501.
12. Guarini A. R. Genetics and Genomics of Reproductive Disorders in Canadian Holstein Cattle / A. R. Guarini, D. A. L. Lourenco, L. F. Brito et al. // *Journal of Dairy Science*. — 2019. — № 102. — P. 1341–1353. doi: 10.3168/jds.2018-15038.
13. Чинаров Р. Ю. Развитие технологии прижизненного получения ооцитов у коров: современное состояние и направления исследований / Р. Ю. Чинаров // *Сельскохозяйственная биология*. — 2024. — Т. 59. — № 2. — С. 194–220. doi: 10.15389/agrobiology.2024.2.194rus.
14. Бригада А. В. Факторы, влияющие на реакционный ответ яичников коров-доноров эмбрионов при введении экзогенных гонадотропинов (обзор) / А. В. Бригада, С. А. Бурсаков, О. А. Скачкова, В. И. Сорокин, С. Н. Ковальчук // *Достижения науки и техники АПК*. — 2018. — Т. 32. — № 6. — С. 56–63. doi: 10.24411/0235-2451-2018-10614
15. Зубцова В. Ранняя диагностика гипофункции яичников у высокопродуктивных молочных коров после родов / В. Зубцова, К. Лободин // *Ветеринария сельскохозяйственных животных*. — 2024. — № 11 (224). — С. 55–57.
16. Alward K. J. Evaluating the relationships between Anti-Mullerian hormone, milk production, estrous expression and first service conception rate in lactating dairy cows / K. J. Alward, W. M. Graves, R. A. Palomares, L. O. Ely, J. F. Bohlen // *Theriogenology*. — 2025. — Vol. 248. — 117598. doi: 10.1016/j.theriogenology.2025.117598.
17. Федотов С. В. Определение фертильности у телок-фримартин / С. В. Федотов, Е. Е. Олейникова, С. Г. Яковлев, Е. А. Муха // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. — 2020. — № 9 (191). — С. 67–71.
18. Koca D. Elecsys AMH assay: Determination of Anti-Mullerian hormone levels and evaluation of the relationship between superovulation response in Holstein dairy cows / D. Koca, A. Aktar, A. O. Turgut, H. Sagirkaya, S. Alcay // *Veterinary Medicine and Science*. — 2024. — № 10(4):e1509. doi: 10.1002/vms3.1509.
19. Druker S. Metritis in early lactation in dairy cows: energy balance, ovarian function, incidence of sub-clinical endometritis and reproductive performance / S. Druker, R. Sicsic, T. Goshen, M. Lifshitz, T. Raz // *Clinical Theriogenology*. — 2019. — Vol. 11. — P. 525. doi: 10.58292/ct.v11.10557.
20. Барсукова О. Е. Перспективы улучшения репродуктивных показателей и долголетия коров чернопестрой породы / О. Е. Барсукова // *Генетика и разведение животных*. — 2019. — № 2. — С. 77–83. doi: 10.31043/2410-2733-2019-2-77-83.
21. Чинаров Р. Ю. Связь уровня антимюллера гормона в сыворотке крови с числом фолликулов и извлеченных ооцитов у лактирующих коров-доноров тагильской породы / Р. Ю. Чинаров, В. А. Луканина, О. С. Митяшова, Г. Н. Сингина, И. Ю. Лебедева // *Достижения науки и техники АПК*. — 2024. — Т. 38. — № 4. — С. 51–56. doi: 10.53859/02352451_2024_38_4_51.
22. Mossa F. Physiology and endocrinology symposium: Anti-Mullerian hormone: a biomarker for the ovarian reserve, ovarian function, and fertility in dairy cows / F. Mossa, J. Ireland // *Journal of Animal science*. — 2019. — Vol. 97. — P. 1446–1455. doi: 10.1093/jas/skz022.
23. Mossa F. Low numbers of ovarian follicles ≥ 3 mm in diameter are associated with low fertility in dairy cows / F. Mossa, S. W. Walsh, S. T. Butler, D. P. Berry, F. Carter, P. Lonergan, G. W. Smith, J. J. Ireland, A. C. Evans // *Journal of Dairy Science*. — 2012. — № 95. — P. 2355–2361. doi: 10.3168/jds.2011-4325.
24. Gobikrushanth M. Anti-Mullerian hormone in grazing dairy cows: Identification of factors affecting plasma concentration, relationship with phenotypic fertility, and genome-wide associations / M. Gobikrushanth, D. C. Purfield, E. R. Canadas, M. M. Herlihy, J. Kenneally, M. Murray, F. J. Kearney, M. G. Colazo, D. J. Ambrose, S. T. Butler // *Journal of Dairy Science*. — Vol. 102. — Issue 12. — P. 11622–11635. doi: 10.3168/jds.2019-16979.
25. Koyama T. Assessment of Anti-Mullerian hormone levels as a reproductive indicator in Japanese Black cattle / T. Koyama, H. Suzuki, M. Shimizu, R. Mizuno, A. Ishigami, N. Kamidate, Y. Otani, M. Okubo, K. Souma, H. Hirayama // *Journal of Reproduction and Development*. — 2024. — № 70(6). — P. 389–395. doi: 10.1262/jrd.2024-047. PMID: PMC11658924. PMID: 39414447.
26. Kozitsyna, A. Study of Anti-Mullerian hormone in predicting embryo productivity of donor cows / A. Kozitsyna, G. Nikitin // *BIO Web of Conferences*. — 2025. — Vol. 160. — P. 01031. — DOI 10.1051/bioconf/202516001031.
27. Okawa H. Association between Anti-Mullerian Hormone Concentration and Inflammation Markers in Serum during the Peripartum Period in Dairy Cows / H. Okawa, D. Monniaux, C. Mizokami, A. Fujikura, T. Takano, S. Sato, U. Shinya, C. Kawashima, O. Yamato, Y. Fushimi, M. Taniguchi, M. Takagi // *Animals (Basel)*. — 2021. — № 11(5):1241. doi: 10.3390/ani11051241.

Semenova V.¹, Olontsev V.¹, Kozitsyna A.¹, Plemyashov K.¹, Nikitin G.¹, Achilov V.¹, Shiryaev G.²

Evaluation of the correlation between predicted breeding value indicators of cows and Anti-Müllerian hormone concentrations

¹ Saint Petersburg State University of Veterinary Medicine

² Russian Research Institute of Farm Animal Genetics and Breeding — Branch of the L.K. Ernst Federal Research Center for Animal Husbandry

Abstract.

Today, dairy farming is inextricably linked with the development of new breeding, genetic, and biotechnological approaches. In recent years, the use of Anti-Müllerian hormone (AMH) as a biomarker of embryo productivity and ovarian reserve has become particularly relevant in research. However, insufficient attention has been paid to studying the relationship between breeding value and the level of this biomarker in the blood.

Objective: to evaluate the correlation between predicted breeding value indicators in Holstein cows and AMH concentrations. **Materials and Methods:** First-lactation Holstein cows from a breeding farm in the Leningrad Region, selected as embryo donors ($n=11$), served as the study's sample. The study examined the correlation between predicted breeding value traits (64 selection indices), actual productivity, and AMH levels in the blood.

Results A reliable correlation was established between AMH and milk yield ($r=-0.68$), metritis resistance (METR) ($r=0.60$) and fertility indices: pregnancy rate (DPR) ($r=0.61$) and duration of pregnancy (GL) ($r=-0.84$). Reliable correlations were noted between AMH and exterior indices: stature ($r=-0.80$), dairy form ($r=-0.64$), thurl width ($r=-0.81$), udder furrow ($r=-0.72$), rear teat placement ($r=-0.64$). Despite the sample size limitations of this study, preliminary conclusions can be drawn regarding the feasibility of determining AMH levels in cattle serum, along with other diagnostic tests, for animal selection.

Keywords: cattle; milk yield; anti-Müllerian hormone; breeding value; index; milk type.

References

1. Kozitsyna A. I. Statistical assessment of the concentration of Anti-Müllerian hormone and biochemical parameters of the blood of donor cows in the luteal phase of the cycle / A. I. Kozitsyna, L. Yu. Karpenko et al. // International Bulletin of Veterinary Medicine. — 2023. — № 4. — P. 221–226. doi: 10.52419/issn2072-2419.2023.4.221.
2. Olontsev V. A. Dynamics of milk indicators for the period 2013–2021 in the selection population of Holstein cattle of a breeding farm / V. A. Olontsev, P. I. Ukolov, O. G. Sharaskina // Bulletin of the St. Petersburg State Agrarian University. — 2024. — № 1(75). — P. 95–104. doi: 10.24412/2078-1318-2024-1-95-104.
3. Saxa E. I. Using assessments of sires based on fertility indices of their daughters to improve the reproductive capacity of Holstein animals / E. I. Saxa // Dairy and meat cattle breeding. — 2019. — № 8. — P. 14–18. doi: 10.33943/MMS.2019.56.003.
4. Certificate of state registration of database No. 2024625072 Russia. Database of modeling the breeding value of dairy cattle based on the genomic prediction of ancestors: No. 2024624381: declared. 14.10.2024: published. 11.11.2024 / V. A. Olontsev, K. V. Plemyashov, G. S. Nikitin, P. I. Ukolov; applicant "Saint Petersburg State University of Veterinary Medicine".
5. Certificate of state registration of computer program No. 2024686651 Russian Federation. System of mathematical modeling of breeding value of dairy cattle productivity based on genomic prediction of ancestors: No. 2024683778: declared. 14.10.2024: published. 11.11.2024 / V. A. Olontsev, K. V. Plemyashov, G. S. Nikitin, P. I. Ukolov; applicant "Saint Petersburg State University of Veterinary Medicine".
6. Josso N. Anti-Müllerian hormone and its receptors / N. Josso, N. di Clemente, L. Gouedard // Molecular and Cellular Endocrinology. — 2001. — № 179. — P. 25–32. doi: 10.1016/s0303-7207(01)00467-1. PMID: 11420127.
7. Pellatt L. Anti-Müllerian hormone and polycystic ovary syndrome: a mountain too high? / L. Pellatt, S. Rise, H. Mason // Reproduction. — 2010. — № 39: 5. — P. 825–833. doi: 10.1530/REP-09-0415.
8. Grossman M. Müllerian inhibiting substance inhibits cytochrome P450 aromatase activity in human granulosa lutein cell culture / M. Grossman, S. Nakajima et al. // Fertility and Sterility. — 2008. — Vol. 89. — P. 1364–1370. doi: 10.1016/j.fertnstert.2007.03.066. PMID: 17517397.
9. K. An. Potential Role of Anti-Müllerian Hormone in Regulating Seasonal Reproduction in Animals: The Example of Males / An K., Yao B., Tan Y.,

- Kang Y., Su J. / International Journal of Molecular Sciences. — 2023. — № 24(6). — 5874. doi: 10.3390/ijms24065874.
10. Hashimoto S. Effects of dietary zearalenone intake on oocyte quality for in vitro embryo production and on serum Anti-Mullerian hormone and inflammatory marker levels, following ovum pick-up in Japanese Black donor cows / S. Hashimoto, H. Hasunuma et al. // Animal Reproduction Science. — 2025. — Vol. 280. — 107970. doi: 10.1016/j.anireprosci.2025.107970.
11. Schwarzmam L. Effects of postpartum diseases on antral follicle count and serum concentration of Anti-Mullerian hormone in dairy cows / L. Schwarzmam, A. Marchand et al. // Animal Reproduction Science. — 2023. — Vol. 255. — 107291. doi: 10.1016/j.anireprosci.2023.107291.
12. Guarini A. R. Genetics and Genomics of Reproductive Disorders in Canadian Holstein Cattle / A. R. Guarini, D. A. L. Lourenco, L. F. Brito et al. / Journal of Dairy Science. — 2019. — № 102. — P. 1341–1353. doi: 10.3168/jds.2018-15038.
13. Chinarov R. Yu. Development of technology for the intravital collection of oocytes from cows: current status and research directions / R. Yu. Chinarov // Agricultural Biology. 2024. — Vol. 59. — № 2. — P. 194–220. doi: 10.15389/agrobiology.2024.2.194rus.
14. Brigida, A. V. Factors influencing the ovarian response of embryo donor cows to the administration of exogenous gonadotropins (review) / A. V. Brigida, S. A. Bursakov et al. // Achievements of science and technology in the agro-industrial complex. 2018. — Vol. 32. — № 6. — P. 56–63. doi: 10.24411/0235-2451-2018-10614.
15. Zubtsova V. Early diagnosis of ovarian hypofunction in highly productive dairy cows after parturition / V. Zubtsova, K. Lobodin // Veterinary science of farm animals. — 2024. — № 11 (224). — P. 55–57.
16. Alward K. J. Evaluating the relationships between anti-Mullerian hormone, milk production, estrous expression and first service conception rate in lactating dairy cows / K. J. Alward, W. M. Graves, R. A. Palomares, L. O. Ely, J. F. Bohlen // Theriogenology. — 2025. — Vol. 248. — 117598. doi: 10.1016/j.theriogenology.2025.117598.
17. Fedotov S. V. Determination of fertility in freemartin heifers / S. V. Fedotov, E. E. Oleynikova et al. // Bulletin of the Altai State Agrarian University. — 2020. — № 9 (191). — P. 67–71.
18. Koca D. Elecsys AMH assay: Determination of Anti-Mullerian hormone levels and evaluation of the relationship between superovulation response in Holstein dairy cows / D. Koca, A. Aktar, A. O. Turgut, H. Sagirkaya, S. Alcaay // Veterinary Medicine and Science. — 2024. — № 10(4):e1509. doi: 10.1002/vms3.1509.
19. Druker S. Metritis in early lactation in dairy cows: energy balance, ovarian function, incidence of sub-clinical endometritis and reproductive performance / S. Druker, R. Sicsic, T. Goshen, M. Lifshitz, T. Raz // Clinical Theriogenology. — 2019. — Vol. 11. — P. 525. doi: 10.58292/ct.v11.10557.
20. Barsukova O. E. Prospects for Improving Reproductive Performance and Longevity of Black-and-White Cows / O. E. Barsukova // Genetics and Animal Breeding. — 2019. — № 2. — P. 77–83. doi: 10.31043/2410-2733-2019-2-77-83.
21. Chinarov R. Yu. Relationship between the Level of Anti-Mullerian Hormone in Blood Serum and the Number of Follicles and Retrieved Oocytes in Lactating Donor Cows of the Tagil Breed / R. Yu. Chinarov, V. A. Lukanina et al. // Achievements of Science and Technology in the Agricultural Industry. — 2024. — Vol. 38. — № 4. — P. 51–56. doi: 10.53859/02352451_2024_38_4_51.
22. Mossa F. Physiology and endocrinology symposium: Anti-Mullerian hormone: a biomarker for the ovarian reserve, ovarian function, and fertility in dairy cows / F. Mossa, J. Ireland // Journal of Animal science. — 2019. — Vol. 97. — P. 1446–1455. doi: 10.1093/jas/skz022.
23. Mossa F. Low numbers of ovarian follicles ≥ 3 mm in diameter are associated with low fertility in dairy cows / F. Mossa, S. W. Walsh et al. // Journal of Dairy Science. — 2012. — № 95. — P. 2355–2361. doi: 10.3168/jds.2011-4325.
24. Gobikrushanth M. Anti-Mullerian hormone in grazing dairy cows: Identification of factors affecting plasma concentration, relationship with phenotypic fertility, and genome-wide associations / M. Gobikrushanth, D. C. Purfield et al. // Journal of Dairy Science. — Vol. 102. — Issue 12. — P. 11622–11635. doi: 10.3168/jds.2019-16979.
25. Koyama T. Assessment of Anti-Mullerian hormone levels as a reproductive indicator in Japanese Black cattle / T. Koyama, H. Suzuki, M. Shimizu, R. Mizuno, A. Ishigami, N. Kamidate, Y. Otani, M. Okubo, K. Souma, H. Hirayama // Journal of Reproduction and Development. — 2024. — № 70(6). — P. 389-395. doi: 10.1262/jrd.2024-047.
26. Kozitsyna, A. Study of Anti-Mullerian hormone in predicting embryo productivity of donor cows / A. Kozitsyna, G. Nikitin // BIO Web of Conferences. — 2025. — Vol. 160. — P. 01031. — DOI 10.1051/bioconf/202516001031.
27. Okawa H. Association between Anti-Mullerian Hormone Concentration and Inflammation Markers in Serum during the Peripartum Period in Dairy Cows / H. Okawa, D. Monniaux, C. Mizokami, A. Fujikura, T. Takano, S. Sato, U. Shinya, C. Kawashima et al. // Animals (Basel). — 2021. — № 11(5):1241. doi: 10.3390/ani11051241.

Сведения об авторах:

Семенова Валерия Сергеевна – аспирант, кафедра генетических и репродуктивных биотехнологий; ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины», 196084, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Черниговская, д. 5; e-mail: semenova.ler@yandex.ru.

Олонцев Вадим Акимович – аспирант, ассистент, кафедра кормления и разведения животных; ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины», 196084, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Черниговская, д. 5; e-mail: volontseff@yandex.ru.

Козицына Анна Ивановна – кандидат ветеринарных наук, доцент, кафедра биохимии и физиологии животных; ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины», 196084, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Черниговская, д. 5; e-mail: anna.kozitzyna@yandex.ru.

Племяшов Кирилл Владимирович – член-корреспондент РАН, доктор ветеринарных наук, ректор ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины», 196084, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Черниговская, д. 5.

Никитин Георгий Сергеевич – кандидат ветеринарных наук, доцент, кафедра генетических и репродуктивных биотехнологий; ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины», 196084, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Черниговская, д. 5; e-mail: nikitin.g.s007@mail.ru.

Ачилов Вадим Вадимович – кандидат ветеринарных наук, доцент, кафедра генетических и репродуктивных биотехнологий, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины», 196084, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Черниговская, д. 5; e-mail: achilov.vadim@mail.ru.

Ширяев Геннадий Владимирович – кандидат сельскохозяйственных наук, Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л. К. Эрнста»; 196625, Россия, г. Санкт-Петербург, пос. Тярлево, Московское шоссе, д. 55а.

Authors:

Semenova Valeria Sergeevna – postgraduate student, Department of Genetic and Reproductive Biotechnology; Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Saint-Petersburg State University of Veterinary Medicine", 5 Chernigovskaya St., Saint Petersburg, 196084, Russia; e-mail: semenova.ler@yandex.ru.

Olontsev Vadim Akimovich – postgraduate student, assistant, Department of Animal Nutrition and Breeding; Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Saint-Petersburg State University of Veterinary Medicine", 5 Chernigovskaya St., Saint Petersburg, 196084, Russia; e-mail: volontseff@yandex.ru.

Kozitsyna Anna Ivanovna – PhD (Veterinary Sciences), associate professor, Department of Animal Biochemistry and Physiology; Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Saint-Petersburg State University of Veterinary Medicine", 196084, Russia, Saint Petersburg, Chernigovskaya St., Bldg. 5; e-mail: anna.kozitzyna@yandex.ru.

Plemyashov Kirill Vladimirovich – Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Doctor Habil (Vet. Sci.), Rector of Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Saint-Petersburg State University of Veterinary Medicine", 196084, Russia, Saint Petersburg, Chernigovskaya St., Bldg. 5.

Nikitin Georgy Sergeevich – PhD (Vet. Sci.), Associate Professor, Department of Genetic and Reproductive Biotechnology; Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Saint-Petersburg State University of Veterinary Medicine", 196084, Russia, Saint Petersburg, Chernigovskaya St., Bldg. 5; e-mail: nikitin.g.s007@mail.ru.

Achilov Vadim Vadimovich – PhD (Vet. Sci.), Associate Professor, Department of Genetic and Reproductive Biotechnology, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Saint-Petersburg State University of Veterinary Medicine", 5 Chernigovskaya St., Saint Petersburg, 196084, Russia; e-mail: achilov.vadim@mail.ru.

Shiryaev Gennady Vladimirovich – PhD (Agr. Sci.), Russian Research Institute of Farm Animal Genetics and Breeding – Branch of the L.K. Ernst Federal Research Center for Animal Husbandry; 55a Moskovskoe Shosse, Tyarlevo, Saint Petersburg, 196625, Russia.