

ISSN 1817-7204 (Print)
ISSN 1817-7239 (Online)

ЖЫВЁЛАГАДОЎЛЯ І ВЕТЭРЫНАРНАЯ МЕДЫЦЫНА
ANIMAL HUSBANDRY AND VETERINARY MEDICINE

УДК 636.223.1.082.451
<https://doi.org/10.29235/1817-7204-2024-62-1-45-56>

Поступила в редакцию 29.03.2022
Received 29.03.2022

Е. Ю. Гуминская, С. В. Сидунов, Р. В. Лобан, М. Н. Сидунова

*Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству,
Жодино, Республика Беларусь*

**СПОСОБЫ ИСКУССТВЕННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ПОЛОВОГО ЦИКЛА
МАТОЧНОГО ПОГОЛОВЬЯ АБЕРДИН-АНГУССКОЙ ПОРОДЫ**

Аннотация. Исследование направлено на изучение эффективности использования схем OvSynch и Co-Synch с последующей ресинхронизацией на мясных коровах и телках абердин-ангусской породы. В качестве факторов, определяющих воспроизводительную функцию, выбраны гормональный статус животных и биохимические показатели сыворотки крови. Цель – изучить результативность применения протоколов синхронизации OvSynch и Co-Synch на коровах и телках абердин-ангусской породы в зависимости от гормонального статуса осеменяемых животных и биохимических показателей сыворотки крови. Установлено, что оплодотворяемость лучше у коров при осеменении по протоколу OvSynch на 5,0–8,5 % на первом этапе и на 5,5 % на втором этапе осеменения. В группе телок наилучшие результаты оплодотворяемости получены при применении протокола Co-Synch (59,3 %). Введение коровам второй инъекции ГнРГ на 9-й день протокола OvSynch, за 16 ч до осеменения, привело к оплодотворяемости в среднем 52,3 %, что на 3,4 % больше по сравнению с 14-часовым интервалом между инъекцией ГнРГ и осеменением. Концентрация стероидных и гонадотропных гормонов кортизола, эстрадиола, ФСГ и ЛГ у подопытных животных во время осеменения соответствовала фазе эструс. Результаты биохимического исследования крови указывают на ряд метаболических несоответствий в организме животных. Изменение биохимических показателей сыворотки крови у животных, не ставших стельными, подчинялось тем же закономерностям, что и у ставших стельными. Однако уровень превышения либо снижения показателей проявлялся слабее. Полученные результаты могут быть использованы при организации искусственного осеменения в племенных и товарных сельскохозяйственных организациях, занимающихся разведением мясного скота, а также при преподавании дисциплин зоотехнического и ветеринарного профиля в сельскохозяйственных высших учебных заведениях.

Ключевые слова: синхронизация, половая охота, искусственное осеменение, гормоны, биохимические показатели сыворотки крови, упитанность, оплодотворяемость, ресинхронизация

Для цитирования: Способы искусственного регулирования полового цикла маточного поголовья абердин-ангусской породы / Е. Ю. Гуминская [и др.] // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2024. – Т. 62, № 1. – С. 45–56. <https://doi.org/10.29235/1817-7204-2024-62-1-45-56>

Elena Yu. Guminskaya, Serhey V. Sidunov, Raisa V. Loban, Maria N. Sidunova

*Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Animal Breeding,
Zhodino, Republic of Belarus*

**METHODS OF ARTIFICIAL REGULATION OF ESTROUS CYCLE
OF ABERDEEN ANGUS BREEDING STOCK**

Abstract. The research aim is to study the efficiency of using the OvSynch and Co-Synch schemes with subsequent re-synchronization on beef cows and heifers of the Aberdeen Angus breed. The hormonal state of animals and the biochemical blood serum parameters were chosen as factors determining reproductive function. The purpose is to study the efficiency of applying the OvSynch and Co-Synch synchronization protocols on cows and heifers of the Aberdeen Angus breed depending on the hormonal state of the inseminated animals and the biochemical blood serum parameters. The rate of fertilization in cows inseminated according to the OvSynch protocol was determined to be 5.0 to 8.5 % higher during the first stage of insemination and 5.5 % higher during the second stage of insemination. In the group of heifers, the best fertilization results were obtained while using the Co-Synch protocol (59.3 %). Giving cows a second injection of GnRH, on day 9 of the OvSynch

protocol, 16 hours before insemination, provided an average rate of fertilization of 52.3 %, which is 3.4 % higher compared to the 14-hour interval between GnRH injection and insemination. The concentration of steroid and gonadotropic hormones, including cortisol, estradiol, FSH and LH, in experimental animals during insemination corresponded to the estrus phase. The results of biochemical blood tests indicate a number of metabolic inconsistencies in the animal body. Changes in the biochemical blood serum parameters in animals that did not become pregnant followed the same patterns as in those that became pregnant. However, the level of increase or decrease in parameters was less pronounced. The results obtained can be used in arranging artificial insemination in breeding and commercial agricultural organizations engaged in beef cattle breeding, as well as in teaching process of zootechnical and veterinary disciplines in agricultural higher educational institutions of the Republic of Belarus.

Keywords: synchronization, estrus, artificial insemination, hormones, biochemical blood serum parameters, fleshing index, fertilization rate, resynchronization

For citation: Guminskaya E. Yu., Sidunov S. V., Loban R. V., Sidunova M. N. Methods of artificial regulation of estrous cycle of Aberdeen Angus breeding stock. *Vestsi Natsyyanal'nai akademii navuk Belarusi. Seryya agrarnykh navuk = Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Agrarian series*, 2024, vol. 62, no. 1, pp. 45–56 (in Russian). <https://doi.org/10.29235/1817-7204-2024-62-1-45-56>

Введение. Искусственное осеменение является эффективным инструментом повышения продуктивности и рентабельности мясного скотоводства. По мере возрастания требований экономической эффективности производства говядины стали выявляться отдельные сдерживающие факторы, препятствующие расширению применения искусственного осеменения. Один из основных – большие затраты труда и средств на выявление половой охоты, выделение выявленных животных в места для осеменения и определение оптимальных сроков проведения осеменения. Определенные трудности создают и особенности содержания маток и телят, а также сроки восстановления половых циклов. Подсос и длительное присутствие теленка возле матери оказывает тормозящее действие на ее репродуктивную функцию посредством глубоких нейрогуморальных взаимодействий. Проявляется задержка восстановления половой цикличности, возникают сложности в выявлении животных в охоте, не выдерживаются физиологические сроки осеменения, удлиняется межотельный период.

В связи с этим при воспроизводстве мясного скота в большей мере используются естественная случка или комбинирование осеменения естественного и искусственного, в меньшей степени – только искусственное осеменение. Способы комбинирования различные.

Первый способ. Маток в течение 45–60 дней после отела осеменяют в индуцированную охоту, на 2-й день после осеменения в группу запускают быков-производителей, которые находятся с коровами 30 дней; идет осеменение маток, не проявивших охоту сразу же после синхронизации, и тех коров, которые повторяют охоту через нормальный интервал – 18–24 дня. Исследуют на стельность спустя 45–50 дней. Формирование групп для проведения вакцинации, туровых отелов происходит окончательно при ректальном исследовании весной, при выгоне на пастбище, и осенью – при постановке животных в помещения.

Второй способ. Коров осеменяют искусственно один раз в индуцированную охоту и через 2 недели запускают быков-производителей для «зачистки»; производители находятся в стаде постоянно. Исследование на стельность и формирование групп проводится весной, при выгоне на пастбище, и осенью – при постановке животных в помещения.

Третий способ. Маток осеменяют искусственно в два или три тура, используя при этом программы (протоколы) синхронизации половой охоты. УЗИ-диагностику на стельность проводят спустя 35–40 дней и сразу же формируют группы с учетом их физиологического состояния для последующих мероприятий и подготовки к отелу. До начала первой вакцинации животных дополнительно исследуют на стельность.

Во всех этих случаях начало стельности у различных животных приходится на разное время. Это затрудняет формирование групп для иммунизации в конце стельности. Поэтому, наряду с совершенствованием организации искусственного осеменения, большое значение приобретает внедрение в практику способов искусственного контроля полового цикла [1, 2]. Группирование мясных коров с восстановленной половой цикличностью позволяет повысить эффективность синхронизации, облегчает проведение искусственного осеменения и положительно влияет на сроки генетического улучшения стада. Количество дней, необходимых для проведения искусственного осеменения, становится значительно меньше. Существенно сокращается и время,

необходимое для выявления половой охоты, упрощается график работ по выявлению охоты и проведению искусственного осеменения. В мясном скотоводстве синхронизация половой охоты повышает возможности использования для искусственного осеменения первоклассных производителей, способствует увеличению прибыли от получения большего числа ценных телят.

Очень важно и то, что синхронизация дает возможность осеменить большую часть маточно-поголовья стада в первые три недели случного сезона. Следовательно, в начале сезона отелов родится больше телят, которые на время отъема будут старше и большей живой массой. Полученные ремонтные телки также будут старше и больше живой массой ко времени первого осеменения, и их использование станет более эффективным для воспроизводства. Телята, родившиеся в результате искусственного осеменения, будут более однообразными благодаря схожей наследственности и возрасту. Более того, эффективная синхронизация половой охоты в несколько этапов даст возможность получения большего числа стельностей в целом за все время случного сезона. В последующем половые циклы будут сдвинуты таким образом, что большое количество коров проявит половую охоту в начале случного сезона. В конечном итоге продолжительное использование синхронизации половой охоты в течение нескольких лет обеспечит сокращение сезона отелов. Этого легче достичь при условии, что коровы с поздними сроками отела будут по мере возможности выбраковываться.

Половую охоту можно индуцировать различными способами. В первом случае – удлинением лютеиновой фазы при введении экзогенного прогестерона или его синтетических аналогов. При этом рост фолликулов будет заторможен, а после прекращения действия гормона у всех обработанных животных половая охота проявится в относительно короткий промежуток времени. В другом случае эффект синхронизации половой охоты можно получить за счет сокращения продолжительности лютеиновой фазы, чего можно достигнуть применением простагландина $\Phi_{2\alpha}$ ¹.

Продолжительность полового цикла у сельскохозяйственных животных определяется сроками функционирования желтого тела; прекращение его функции вызовет половую охоту. Экзогенный ПГ- $\Phi_{2\alpha}$ (или его аналоги) используется для индукции лютеолиза. У коров новые развивающиеся лютеиновые клетки обычно чувствительны начиная с 5-го дня после овуляции (6-й день полового цикла). Как только начнется естественный процесс лютеолиза (17-й день), экзогенные простагландины не будут оказывать никакого эффекта.

При применении программ (протоколов), основанных на использовании простагландинов, можно выявлять охоту у животных либо осеменять животных в фиксированное время. Но применение только простагландинов не обеспечивает абсолютную синхронизацию. Это связано с тем, что время между инъекцией простагландина и овуляцией зависит от сроков развития и созревания доминантного фолликула.

Гонадотропин-релизинг гормон (ГнРГ), синтезируемый в клетках гипоталамуса, является гормоном, ответственным за контроль высвобождения гормонов передней доли гипофиза – ФСГ и ЛГ. Разработка искусственного синтетического ГнРГ в начале 1970-х гг., а затем производство его синтетических аналогов привели к многочисленным исследованиям контроля половой функции. У крупного рогатого скота ГнРГ, а также его аналоги сначала использовались для лечения кистозной болезни яичников и стимуляции фолликулогенеза и овуляции. В настоящее время их широко применяют как в отдельности, так и в комплексе с другими биологическими средствами, в частности с простагландином, для синхронизации половой охоты и овуляции (протокол OvSynch) [1–3].

Половую охоту и, следовательно, овуляцию нельзя точно синхронизировать, используя простой режим синхронизации с помощью простагландинов или прогестинов. При использовании искусственного осеменения в фиксированное время приемлемый уровень оплодотворяемости коров не достигается. Причинами этого может быть, во-первых, изменчивость чувствительности лютеиновых клеток после овуляции к ПГ- $\Phi_{2\alpha}$ и, во-вторых, сложность и изменчивость фолликулярных волн, которые возникают у крупного рогатого скота. Если вводят корове с недавно появившимся доминантным фолликулом ПГ- $\Phi_{2\alpha}$, то овуляция произойдет позднее, чем если бы

¹ Вареников М. В., Чомаев А. М., Оборин А. Е. Управление воспроизводством в молочном животноводстве: метод. рекомендации для ветеринар. специалистов. 2-е изд., доп. и перераб. М.: Мосагроген, 2014. 68 с.

его вводили корове с более старым доминантным фолликулом. Намерения устранить это несоответствие привело к разработке протокола OvSynch, целью которого было синхронизировать волны развития фолликулов, в результате которых овуляция происходила бы в течение достаточно короткого периода времени и однократное осеменение в фиксированное время могло обеспечить приемлемый уровень оплодотворения.

В программе OvSynch ГнРГ вводится на 0-й день, затем ПГ-Ф_{2a} на 7-й день, второе введение ГнРГ производится через 56–60 ч (9-й день), а однократное осеменение проводят в фиксированное время через 16–24 ч после второй инъекции ГнРГ.

Инъекции ГнРГ синхронизируют волны развития фолликулов у обработанных коров. У чувствительных животных, у которых рецепторы ЛГ находятся в доминантных фолликулах (9 мм или больше в диаметре), первая доза ГнРГ либо вызовет овуляцию, либо атрезию доминирующего фолликула, что позволит появиться новой волне развития фолликулов примерно через 1–2 дня. Невосприимчивые животные, как правило, имеют фолликулы на ранней стадии развития, и при введении ПГ-Ф_{2a} (на 7-й день) их диаметр меньше. Вторая инъекция ГнРГ еще больше сближает динамику волн развития фолликулов у обработанных коров, поскольку стимулирует предовуляторный пик ЛГ так, что овуляция в обработанной группе концентрируется в течение более короткого периода времени. Эта манипуляция волнами роста и развития фолликулов позволяет осеменять животных в фиксированное время. Программа наиболее успешна у телок и коров с восстановленной половой цикличностью, менее успешна у анэстральных животных. Ключевыми проблемами, по-видимому, являются синхронизация фолликулярных волн и дефицит лютеолиза¹ [4].

Цель работы – изучить результативность применения протоколов синхронизации OvSynch и Co-Synch на коровах и телках абердин-ангусской породы с учетом их метаболического и эндокринного статуса.

Объекты и методы исследований. Исследования проходили с мая по декабрь 2021 г. в ОАО «Агро-Лясковичи» (Петриковской р-н) на коровах и телках абердин-ангусской породы.

В группы для синхронизации половой охоты включено 437 животных. Для контроля состояния репродуктивных органов, а затем диагностики стельности проводили трансректальное ультразвуковое исследование с помощью ультразвукового сканера BoviScan curve (Канада). Работа проходила в три этапа. На первом этапе использовано 103 коровы, на втором – 307 коров и на третьем – 27 телок (2018–2019 г. р., живая масса 360–380 кг). У исследуемых коров последний отел проходил в 2019–2020 гг., период от последнего отела до синхронизации составил в среднем 414 дней, однако были животные (на первом этапе 8 гол.) с периодом от отела до синхронизации в среднем 80 дней и с периодом до синхронизации в среднем 98 дней (на втором этапе 56 гол.), телят на подсосном выращивании не было. Схема исследований представлена в табл. 1.

Таблица 1. Схема исследований

Table 1. Research layout

I этап (24.05–13.09.2021) 103 коровы	II этап (05.07–14.09.2021) 307 коров	III этап (25.05–13.07. 2021) 27 телок
Первый тур – OvSynch	Первый тур – 1 группа – OvSynch; 2 группа – Co-Synch	Первый тур – Co-Synch
Второй тур – OvSynch		Второй тур – OvSynch
Третий тур – Co-Synch	Второй тур – Co-Synch	–

В первом туре I этапа 103 коровы были разделены на две группы – 52 и 51 гол. Синхронизацию по протоколу OvSynch начинали 24 и 25 мая. Вводили ГнРГ утром – в 10:00 24 мая и в 9:15 25 мая, начинали осеменять коров спустя 10 дней в 9:48 и в 10:30 соответственно. Ставших нестельными 50 коров (второй тур) подвергли повторной обработке 13.07.2021 г. в 11:00, начало осеменения – 23.07.2021 в 11:00. И в первом и во втором туре интервал между второй инъекцией ГнРГ и началом осеменения составлял 16 ч. В третий тур перешли оставшиеся нестельными 22 коровы из

¹ Акушерство и репродукция сельскохозяйственных животных. Плодовитость и бесплодие: учеб.-метод. пособие / Г. Ф. Медведев [и др.]. Горки: БГСХА, 2019. 212 с.

второго тура. У них охоту синхронизировали третий раз в соответствии с протоколом Co-Synch. Первую инъекцию ГнРГ сделали 13.09.2021 в 10:00, осеменяли животных через 10 дней также с 10:00 одновременно со второй инъекцией ГнРГ. Основное достоинство схемы Co-Synch в том, что сокращается по времени процедура синхронизации. Это достигается совмещением по времени второй инъекции ГнРГ с искусственным осеменением животных, не проявивших признаков охоты к этому времени.

На II этапе для синхронизации охоты было отобрано 307 коров, которых разделили на 2 группы (первый тур). Первую группу – 198 гол. – синхронизировали согласно протоколу OvSynch. Время между второй инъекцией ГнРГ и началом осеменения – 14 ч. Вторую группу – 109 коров – синхронизировали по протоколу Co-Synch 6.07.2021 г. Через 10 дней – осеменение или вторая инъекция ГнРГ с последующим осеменением. Второй тур – оставшихся нестельными 167 коров разделили на две группы – 66 и 101 гол. Синхронизацию проводили также согласно протоколу Co-Synch в течение двух дней – 13 и 14 сентября. Начинали с инъекции ГнРГ в первой половине дня (10:00), осеменяли 23 и 24 сентября также в 10:00.

На III этапе половую охоту синхронизировали у 27 телок. Начинали синхронизацию 25 мая согласно протоколу Co-Synch. Первое введение ГнРГ пришлось на 16:50, начинали осеменять спустя 10 дней в 16:16. Нестельные 12 телок перешли во второй тур, синхронизацию проводили по протоколу OvSynch 13.07.2021 г. Время между вторым введением ГнРГ и началом осеменения – 14 ч.

Для синхронизации половой охоты у отобранных животных использовали коммерческие препараты сурфагон и магэстрофан. Дополнительно инъецировали комплексный минеральный препарат КМП; инъецировали его внутримышечно в дозе 10 мл однократно перед введением сурфагона. Доза первой инъекции ГнРГ – 10 мл, через 7 дней – инъекция ПГ-Ф_{2a} 3 мл, а через 48–72 ч – вторая инъекция сурфагона 5 мл¹.

Осеменение подопытных животных искусственное, один раз в период охоты ректоцервикальным способом. Исследование на стельность проводили спустя 35–40 дней. Нестельных животных подвергали повторной синхронизации в соответствии со схемой опыта.

Анализ результатов осеменения и репродуктивной способности подопытных животных, а также выяснение причин бесплодия проведен на основании вычисленных показателей: фактическое число телят из расчета на 100 коров за год, продолжительность интервала от отела до первого и плодотворного осеменения, оплодотворяемость после первого осеменения, индекс осеменения и межотельный период.

Фактическое число телят из расчета на 100 коров за год определяли на основании зарегистрированных отелов: число полученных живых телят умножали на 100 и делили на число коров, от которых планировали получить приплод.

При вычислении интервала между отелами сначала определяли продолжительность интервалов по каждой корове, а затем средний показатель (индекс) для группы животных. Учитывали, что оптимальный интервал от отела до плодотворного осеменения (сервис-период) при стандартной продолжительности стельности у коров абердин-ангусской породы (280 дней) не должен превышать 85 дней (365 минус 280). Только в таком случае возможен ежегодный отел. При оценке этого показателя учитывали также, сколько животных (в %) оплодотворилось в период 64–85 дней или в периоды позднее 86 дней после отела. Другие показатели вычисляли по общепринятым правилам² [5].

Указанные показатели репродуктивной способности коров рассчитаны на основании данных первичного зоотехнического и племенного учета в хозяйствах, а также результатов собственных исследований, проведенным в ОАО «Агро-Лясковичи» (НИР № 46/2020 от 02.10.2020; № 12/2021 от 12.04.2021). Используются информационная система «Племдело-КРС» (мясное), Национальная автоматизированная информационная система идентификации, регистрации, прослеживаемости

¹ Вареников М. В., Чомаев А. М., Оборин А. Е. Управление воспроизводством в молочном животноводстве: метод. рекомендации для ветеринар. специалистов.

² Акушерство и репродукция сельскохозяйственных животных. Плодовитость и бесплодие: учеб.-метод. пособие.

животных и продукции животного происхождения (АИТС) и система оценки племенной (генетической) ценности скота мясных пород с применением международных методик.

Биохимические анализы сыворотки крови по показателям белкового, жирового, углеводного, пигментного и минерального обмена проводили в лаборатории технологии кормопроизводства и биохимических анализов Научно-практического центра Национальной академии наук Беларуси по животноводству.

Содержание в сыворотке крови половых гормонов и кортизола определяли с помощью наборов реагентов для количественного иммуноферментного анализа эстрадиола, лютеинизирующего и фолликулостимулирующего гормонов, кортизола в лаборатории кафедры ихтиологии и рыбоводства Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. Состояние упитанности животных (Body Condition Score, далее – BCS) оценивали по пятибалльной шкале, где 1 балл – крайне опасное истощение, а 5 баллов – сильно ожиревшее животное, принимая, что показатель BCS в конце беременности должен быть в диапазоне 3–4 (не опускаться ниже 3, а к моменту отела обязательно достигнуть 4).

В летний период животные постоянно находились на пастбище. Зимой их без привязи размещали под навесами с тремя стенами на глубокой несменяемой подстилке.

Биометрическая обработка материалов исследований осуществлена методами вариационной статистики с использованием ПЭВМ [6]. Из статистических показателей рассчитаны среднее арифметическое (\bar{x}), величина статистической ошибки среднего арифметического ($m_{\bar{x}}$) с определением достоверности разности между исследуемыми показателями и др.

Результаты и их обсуждение. В ОАО «Агро-Лясковичи» до октября 2020 г. применяли только естественную случку, затем стали внедрять искусственное осеменение коров и телок. Анализ репродуктивной способности животных показал, что фактически получено за 10 мес. из расчета на 100 коров 34 теленка. При расчете мы не учитывали процент двоен, абортос и мертворожденных [7]. Для эффективного ведения мясного животноводства от каждой коровы необходимо за год получить теленка, в крайнем случае (с учетом мертворожденных, абортос) этот показатель должен быть не менее 82–95 %. По анализируемому стаду результат низкий. И это не дает возможности хозяйству проводить плановую выбраковку и племенную продажу животных одновременно.

Интервал между отелами – показатель, который позволяет точно определить реальную репродуктивную способность животных. По анализируемому стаду продолжительность интервала для коров, имевших два или более отелов, составила 772 дня. Следовательно, от коровы в хозяйстве получали одного теленка раз в два года. Сервис-период определен по всем стельным животным; он более чем в 3 раза превысил целевой показатель (85 дней) и составил 268 дней. В период до 64 дней оплодотворилось 4,2 % животных, 65–85 дней – 3,2 %, 86–120 дней – 4,5 %, а у абсолютного большинства животных (444 гол., или 88,1 %) сервис-период составлял 121 день и более.

Продолжительность сервис-периода зависит от трех взаимосвязанных показателей, таких как индекс осеменения, интервал от отела до первого осеменения и процент коров, оплодотворенных после первого осеменения (оплодотворяемость).

Интервал от отела до первого осеменения зависит от срока возобновления половой цикличности у животного, организации выявления половой охоты, намерений владельца спланировать последующий отел в нужное время, отсутствия или наличия акушерских и гинекологических заболеваний¹. По анализируемому стаду этот показатель составил в среднем 361 день. В течение 42–44 дней после отела было осеменено всего 9 коров (1,7 %), в интервале 45–65 дней – 22 (4,4 %), с 66 до 85 дней – 26 (5,2 %) и более 86 дней – 435 (86,3 %) коров. В период до 42 дней осеменено только 12 животных (2,4 %). Оптимальным показателем считают проведение 1-го осеменения 90 % или более всех животных в период с 45-го по 65–69-й или с 55-го по 75–79-й день после отела [8].

¹ Акушерство и репродукция сельскохозяйственных животных. Плодовитость и бесплодие: учеб.-метод. пособие.

Рождение теленка происходит в результате одного осеменения коровы в какую-либо одну охоту. Идеальным было бы затрачивать в среднем на животное одно осеменение. Однако чаще бывает так, что одних коров требуется осеменить один раз, других – два, третьих – три и т. д. Учитывая, что отдельные животные станут стельными и после шестого – восьмого осеменения, индекс осеменения 2,0 или ниже во всех странах считают удовлетворительным и принимают в качестве стандарта¹. По анализируемому поголовью этот показатель составил 1,7. По результатам ректального исследования в ранние сроки стельности (35–40 дней) и количеству отелившихся животных можно определить уровень эмбриональной и фетальной смертности. В хозяйстве диагностика стельности проводилась в различные сроки, и регистрируемые потери после окончательной постановки диагноза небольшие – 4,3–6,5 %. Количество аборт и мертворожденных за период 2017–2021 гг. не превышало 1,5 %.

Таким образом, естественное осеменение не обеспечивало достижения основных целевых показателей репродуктивной способности животных (в целом и продуктивности) и в будущем не может гарантировать удовлетворительный экономический уровень мясного скотоводства в хозяйстве. Не представляется также возможным в короткие сроки перейти на использование искусственного осеменения всего поголовья и получить желаемые результаты. Поэтому было выбрано направление искусственного регулирования половой цикличности у животных с использованием хорошо апробированных протоколов синхронизации половой охоты [9, 10].

За период май – сентябрь 2021 г. была проведена синхронизация половой охоты двукратно или трехкратно и искусственно осеменено 437 коров и телок. Из них стельными стали 328 гол., или 75 % (табл. 2).

Таблица 2. Оплодотворяемость коров, осемененных в синхронизированную половую охоту

Table 2. Fertilization rate of cows inseminated during synchronized estrus

Сроки синхронизации и группы животных	I этап			II этап			III этап		
	Всего	Стельных		Всего	Стельных		Всего	Стельных	
		n	%		n	%		n	%
Первый тур – 1 группа	103	52	50,5	198	97	48,9	27	16	59,3
2 группа	–	–	–	109	45	41,3	–	–	–
Второй тур	50	27	54,0	167	76	45,5	12	5	41,7
Третий тур	22	10	45,5	–	–	–	–	–	–
Итого	103	89	86,4	307	218	71,0	27	21	77,8

На первом этапе работы из осемененных 103 коров оплодотворилось 52 (50,5 %). Из оставшихся нестельными 50 коров (одна выбыла) после повторной синхронизации оплодотворилось 27 (54,0 %). Из последних 22 нестельных животных после третьей обработки оплодотворилось 10 (45,5 %). Всего из 103 коров стельными стали 89 (86,4 %). Оставшиеся 10 коров были выбракованы по различным причинам (хронический эндометрит, структурные изменения шейки матки, разрыв промежности, гипофункция и персистентные кисты яичников).

На данном этапе повторная синхронизация половой охоты у неоплодотворенных коров оказалась не менее эффективной, чем первая. Результаты третьей синхронизации заметно ниже, и это, возможно, связано с заменой протокола синхронизации, а также с увеличением процента неоплодотворенных коров с патологией репродуктивных органов.

На втором этапе лучший результат получен при первой синхронизации первой группы коров (198 гол.) – стельными стали 97 животных (48,9 %). Из второй группы (109 гол.), обработанной по схеме Co-Synch, оплодотворилось 45 коров (41,3 %). Ресинхронизация (второй тур) половой охоты у 167 животных, оставшихся нестельными после первого тура, также согласно протоколу Co-Synch, дала несколько лучший результат – оплодотворилось 76 коров (45,5 %). В целом на втором этапе из 307 коров оплодотворено 218 (71 %). Эффективность повторной синхронизации оставалась удовлетворительной.

¹ Акушерство и репродукция сельскохозяйственных животных. Плодовитость и бесплодие: учеб.-метод. пособие.

На третьем этапе после двух последовательных синхронизаций половой охоты у 27 телок по протоколам Co-Synch и OvSynch стельной стала 21 телка (77,8 %).

Полученные данные указывают на вполне удовлетворительные результаты синхронизации половой охоты у коров и телок абердин-ангусской породы. Повторные обработки не являются причиной снижения результатов осеменения и позволяют за короткий период времени получить больше стельностей. На это указывал доктор ветеринарных наук, профессор Г. Ф. Медведев, используя для синхронизации половой охоты у телок и коров молочной и мясной пород только синтетический аналог ПГ- Φ_{2a} – эстрофан. Оплодотворяемость зависела от степени проявления признаков течки и колебалась от 26,9 (при слабо выраженных признаках) до 57,1–63,4 % (при хорошо выраженных) [11].

При сравнении результатов осеменения в зависимости от схемы синхронизации следует отметить, что оплодотворяемость коров была несколько выше при использовании протокола OvSynch – на 5,0–8,5 % на первом этапе и на 5,5 % на втором. В группе телок лучший результат получен при применении протокола Co-Synch (59,3 %). Однако эти различия могли быть связаны в большей мере с индивидуальными особенностями животных в подобранных группах. При нормальном состоянии животных результаты осеменения могут быть приемлемыми при использовании обеих схем синхронизации. Более вероятно зависимость результатов от соответствия времени фиксированного осеменения оптимальному времени в период половой охоты [12]. Для ответа на этот вопрос было проведено изучение гормонального статуса у 20 животных во время осеменения.

Результаты определения содержания стероидных и гонадотропных гормонов показали, что у подопытных животных уровень эстрадиола, ФСГ и ЛГ соответствовал фазе эструса [13]. Наиболее высокое содержание эстрогенов приходится на начало эструса. Такой уровень гормона необходим для стимулирования предовуляторного пика ЛГ, однако это время не подходит для осеменения. Затем количество эстрадиола снижается до базального уровня к моменту овуляции. Высокое содержание кортизола приходится на начало половой охоты, и связано это с тем, что в это время ярко проявляется половое возбуждение, к концу охоты количество кортизола снижается [14].

Таблица 3. Содержание стероидных и гонадотропных гормонов в крови коров во время осеменения

Table 3. Level of steroid and gonadotropic hormones in the blood of cows during insemination

Гормон	Стельные		Нестельные	
	<i>n</i>	$\bar{x} \pm m_R$	<i>n</i>	$\bar{x} \pm m_R$
Эстрадиол, пмоль/л	12	375,2 ± 62,5	8	451,5 ± 51,8
Кортизол, нмоль/л	9	591,1 ± 151,8	7	510,2 ± 124,9
ЛГ, мМЕ/мл	12	3,3 ± 0,9	8	2,5 ± 0,8
ФСГ, мМЕ/мл	12	4,7 ± 2,7	8	1,7 ± 1,0

Уровень ЛГ у животных, которые стали стельными, составил (3,3 ± 0,9) мМЕ/мл, что на 25,3 % выше, чем у животных нестельных, – (2,5 ± 0,8) мМЕ/мл. Больше (на 64,4 %) у них было и содержание ФСГ по сравнению с нестельными – (4,7 ± 2,7) и (1,7 ± 1,0) мМЕ/мл соответственно (табл. 3).

Предовуляторный пик ЛГ, совпадающий с пиком ФСГ, способствует окончательному созреванию фолликула, вызывает процесс овуляции и формирование желтого тела [15]. У животных, не оплодотворившихся после осеменения, к концу охоты имеется доминантный фолликул, который выделяет эстрогены, и корова проявляет признаки охоты. Но при низкой концентрации ЛГ завершение созревания и овуляция фолликула не происходит. У таких животных уровень ФСГ изначально также низкий. Этот гормональный дисбаланс и является причиной отсутствия оплодотворения. Задержка либо отсутствие овуляции возможны и при патологии яичников – кистозной болезни, гипофункции.

Низкий уровень ЛГ и отсутствие его пика наиболее часто обусловлены недостатком энергии и резким снижением массы тела [16]. Упитанность животных во время осеменения, которые не стали стельными, колебалась от 2 до 3 баллов, оказавшихся стельными – от 3 до 4,5 балла.

Результаты биохимического исследования крови действительно указывают на ряд метаболических несоответствий в организме животных. Концентрация общего белка в момент осеменения у 90 % подопытных животных, ставших впоследствии стельными, превышала максимальный показатель нормы на 6,0–15,4 г/л. Это превышение происходило за счет увеличения глобулинов, которые выполняют защитную функцию в организме. Поэтому можно предположить наличие у неоплодотворенных животных субклинических воспалительных процессов (мастит, эндометрит, а также заболевания конечностей). Интенсивность белкового обмена за счет повышения содержания глобулинов снизилась до 0,6 : 1,4 против нормы 0,9 : 1,4. Содержание креатинина у всех животных приближалось к максимальному показателю нормы – (148,2 ± 3,5) мкмоль/л ($C_v = 7,5\%$).

При анализе условий содержания определили, что иногда имели место недостатки в обеспечении животных водой. Это подтверждает и содержание мочевины в сыворотке крови – (4,5 ± 0,2) ммоль/л. Показатель пигментного обмена (общий билирубин) у всех животных не превышал норму и составил в среднем (2,4 ± 0,2) мкмоль/л. Но содержание холестерина было выше в 1,01–1,6 раза у 30 % животных. У 90 % животных триглицериды были в пределах нормы, и только у одного животного – выше нормы в 1,4 раза. Концентрация АЛТ и ЛДГ находилась также в норме, а АСТ у 80 % животных превышала максимальное значение в 1,08–1,4 раза, что может указывать на повреждение митохондрий в клетках печени, скелетной мускулатуре, миокарде и снижение энергетических процессов.

Выявлялись и некоторые несоответствия в минеральном обмене, которые могут стать причиной возникновения абортос, задержаний последа и т. д. [17]. У оплодотворенных животных содержание кальция составило (2,08 ± 0,04) ммоль/л, что в 0,8 раза меньше минимального значения нормы. В связи с этим соотношение кальция и фосфора низкое – 1,1 : 1 (норма 2 : 1). Содержание магния и калия у 40 % животных, наоборот, было приближено к максимальному значению нормы – 1,2 ммоль/л и 6,5 мкмоль/л соответственно. Концентрация цинка у 40 % исследованных животных в 0,5–0,8 раза была ниже нормы, а меди – в пределах нормативных значений – (13,7 ± 1,6) мкмоль/л¹.

Изменение биохимических показателей сыворотки крови у животных, не ставших стельными, подчинялось тем же закономерностям, что и у ставших стельными. Однако уровень превышения либо снижения показателей проявлялся слабее. Так, фиксировалось превышение общего белка только в 1,02 раза. Несколько увеличено содержание фермента АЛТ – (31,5 ± 2,6) ед/л против (29,5 ± 1,2) ед/л у животных, ставшими стельными, при этом содержание фермента не превышало норму. Однако содержание кальция было в 0,74 раза меньше нормы – (1,85 ± 0,1) ммоль/л ($P < 0,05$). В последние годы в различных хозяйствах республики все чаще регистрируется субклиническая гипокальцемия. По мнению Г. Ф. Медведева, она может отрицательно влиять на репродуктивную способность коров. Содержание меди не выходило за пределы нормы и было несколько выше, чем у животных, ставших стельными.

Заключение. В ОАО «Агро-Лясковичи» при использовании естественного осеменения фактическое число живых телят из расчета на 100 коров абердин-ангусской породы за 10 месяцев 2021 г. составило 34 %. Интервал между отелами у взрослых коров превысил 2 года – 772 дня. В большей мере это было связано с задержкой первого осеменения – интервал от отела до осеменения у таких животных в среднем составил 361 день. В оптимальный период – 45–79 дней было осеменено около 10 % коров. Сервис-период у стельных животных (на момент исследований) более чем в три раза превысил целевой показатель (85 дней) и составил 268 дней. Индекс осеменения (1,7) и процент эмбриональной и фетальной смертности (4,3–6,5 %) соответствовали целевым показателям. За период 2017–2021 гг. количество абортос и мертворожденных не превышало 1,5 %.

При искусственном осеменении коров в синхронизированную половую охоту двукратно или трехкратно в случной сезон 2021 г. было оплодотворено 75 % животных, в том числе на первом этапе работ 86,4 % коров, на втором – 71,0 % коров, а на третьем – 77,8 % телок. Эти результаты являются вполне удовлетворительными.

¹ Холод В. М., Ермолаев Г. Ф. Справочник по ветеринарной биохимии. Минск: Ураджай, 1988. 168 с.

При сравнении результатов осеменения в зависимости от схемы синхронизации следует отметить, что оплодотворяемость коров была несколько выше при использовании протокола OvSynch – на 5,0–8,5 % на первом этапе и на 5,5 % на втором. В группе телок лучший результат получен при применении протокола Co-Synch (59,3 %). Эти различия могли быть связаны в большей мере с индивидуальными особенностями животных в подобранных группах. Введение коровам второй инъекции ГнРГ согласно протоколу OvSynch на 9-й день, за 16 ч до осеменения, обеспечивало оплодотворяемость животных 52,3 %, что на 3,4 % больше по сравнению с 14-часовым интервалом между инъекцией ГнРГ и осеменением.

Результаты определения содержания стероидных и гонадотропных гормонов показывают, что у подопытных животных во время осеменения уровень кортизола, эстрадиола, ФСГ и ЛГ соответствовал фазе эструс. У животных, которые стали стельными, содержание ЛГ составило $(3,3 \pm 0,9)$ мМЕ/мл, что на 25,3 % выше, чем у животных нестельных, – $(2,5 \pm 0,8)$ мМЕ/мл. Содержание ФСГ у них также оказалось больше (на 64,4 %) по сравнению с нестельными – $(4,7 \pm 2,7)$ и $(1,7 \pm 1,0)$ мМЕ/мл соответственно. Однако не для каждого животного индивидуальное оптимальное время осеменения в течение охоты совпадало с фиксированным временем осеменения. Это могло быть одной из причин, в целом снижающих процент плодотворных осеменений.

Результаты биохимического исследования крови указывают на ряд метаболических несоответствий в организме животных. Концентрация общего белка в момент осеменения у большинства подопытных животных, ставших впоследствии стельными, превышала максимальный показатель нормы на 6,0–15,4 г/л, при этом интенсивность белкового обмена снизилась до 0,6 : 1,4. Содержание холестерина было выше в 1,01–1,6 раза у 30 % животных. Концентрация АСТ у 80 % животных превышала максимальное значение в 1,08–1,4 раза. У оплодотворенных животных содержание кальция составило $(2,08 \pm 0,04)$ ммоль/л, что в 0,8 раза меньше минимального значения нормы. Содержание магния и калия у 40 % животных, наоборот, было приближено к максимальному значению нормы. Концентрация цинка у 40 % исследованных животных в 0,5–0,8 раза была ниже значения нормы, а меди – в пределах нормативных значений – $(13,7 \pm 1,6)$ мкмоль/л. Изменение биохимических показателей сыворотки крови у животных, не ставших стельными, подчинялось тем же закономерностям, что и у ставших стельными. Однако уровень превышения либо снижения показателей проявлялся слабее.

Список использованных источников

1. Malinova, R. Study of two different protocols for estrus synchronization in Aberdeen Angus cows in Bulgaria / R. Malinova, S. Karamfilov // Bulg. J. Agric. Sci. – 2022. – Vol. 28, suppl. 1. – P. 38–41.
2. Effect of ovulation synchronization program and season on pregnancy to timed artificial insemination in suckled beef cows / F. Randi [et al.] // Theriogenology. – 2021. – Vol. 172. – P. 223–229. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2021.06.021>
3. Kim, I.-H. Reproductive performance following a modified Presynch-Ovsynch, Double-Ovsynch, or conventional reproductive management program in Korean dairy herds / I.-H. Kim, J.-K. Jeong, H.-G. Kang // Theriogenology. – 2020. – Vol. 156. – P. 27–35. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2020.06.019>
4. The physiology and impact on fertility of the period of proestrus in lactating dairy cows / M. C. Wiltbank [et al.] // Anim. Reprod. – 2014. – Vol. 11, № 3. – P. 225–236.
5. Reproductive performance of Belarusian cows (*Black Motley*) with emphasis on the influence of some drugs on endometritis / E. Huminskaya [et al.] // Știința Agricolă. – 2020. – № 2. – P. 139–149. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4321571>
6. Меркурьева, Е. К. Генетика с основами биометрии / Е. К. Меркурьева, Г. Н. Шангин-Березовский. – М.: Колос, 1983. – 400 с.
7. Полянцев, Н. И. Акушерско-гинекологическая диспансеризация на молочных фермах / Н. И. Полянцев, А. А. Синявин. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Росагропромиздат, 1989. – 176 с.
8. Медведев, Г. Ф. Контроль воспроизводства крупного рогатого скота / Г. Ф. Медведев, О. Т. Экхорутмвен, Н. Г. Блохин // С.-х. вестн. – 2001. – № 2. – С. 12–14.
9. Воспроизводительная способность коров абердин-ангусской породы в условиях Припятского Полесья / Е. Ю. Гуминская [и др.] // Innovations in animal husbandry and safety of animal products – achievements and outlooks = Inovații în Zootehnie și Siguranța Produselor Animale – Realizări și Perspective: sci. a. practical conf. with intern. participation, dedicated to the 65th anniversary since the founding of the Sci. a. Practical Inst. of Biotechnologies in Animal, Maximovca, 30 Sept. – 01 Oct. / Sci. a. Practical Inst. of Biotechnologies in Animal Husbandry a. Veterinary Medicine. – Maximovca, 2021. – P. 273–280.
10. Regulation of the Limousine cows' and heifers' reproductive function / E. Yu. Guminskaya [et al.] // IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. – 2021. – Vol. 852. – P. 012034. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/852/1/012034>

11. Эффективность применения простагландинов для повышения плодовитости коров и телок / Ю. Л. Максимов [и др.] // Интенсификация производства молока и говядины: сб. науч. тр. / Белорус. с.-х. акад.; ред.: В. Г. Яровая [и др.]. – Горки, 1985. – Вып. 130. – С. 3–9.
12. Yamada, K. Development of ovulation synchronization and fixed time artificial insemination in dairy cows / K. Yamada // *J. Reprod. Dev.* – 2005. – Vol. 51, № 2. – P. 177–186. <https://doi.org/10.1262/jrd.16103>
13. Willadsen, S. M. The viability of deep-frozen cow embryos / S. M. Willadsen, C. Polge, L. E. A. Rowson // *J. Reprod. Fertil.* – 1978. – Vol. 52, № 2. – P. 391–393. <https://doi.org/10.1530/jrf.0.0520391>
14. Гавриченко, Н. И. Эндокринный статус и метаболический профиль крови коров с разным уровнем плодовитости / Н. И. Гавриченко. – Горки: [б. и.], 2007. – 201 с.
15. Laven, R. Pharmacological agents in the control of reproduction / R. Laven // *Veterinary reproduction & obstetrics* / ed.: D. E. Noakes, T. J. Parkinson, G. C. W. England. – 10th ed. – Elsevier, 2019. – P. 157–166. <https://doi.org/10.1016/B978-0-7020-7233-8.00008-2>
16. Effects of nutrition on the fertility of lactating dairy cattle / R. M. Rodney [et al.] // *J. Dairy Sci.* – 2018. – Vol. 101, № 6. – P. 5115–5133. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-14064>
17. Molefe, K. Effects of mineral supplementation on reproductive performance of pregnant cross-breed Bonsmara cows: an experimental study / K. Molefe, M. Mwanza // *Reprod. Domest. Anim.* – 2020. – Vol. 55, № 3. – P. 301–308. <https://doi.org/10.1111/rda.13618>

References

1. Malinova R., Karamfilov S. Study of two different protocols for estrus synchronization in Aberdeen Angus cows in Bulgaria. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 2022, vol. 28, suppl. 1, pp. 38–41.
2. Randi F., Kelly A. K., Parr M. H., Diskin M. G., Lively F., Lonergan P., Kenny D. A. Effect of ovulation synchronization program and season on pregnancy to timed artificial insemination in suckled beef cows. *Theriogenology*, 2021, vol. 172, pp. 223–229. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2021.06.021>
3. Kim I.-H., Jeong J.-K., Kang H.-G. Reproductive performance following a modified Presynch-Ovsynch, Double-Ovsynch, or conventional reproductive management program in Korean dairy herds. *Theriogenology*, 2020, vol. 156, pp. 27–35. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2020.06.019>
4. Wiltbank M. C., Baez G. M., Vasconcelos J. L. M., Pereira M., Souza A. H., Sartori R., Pursley J. R. The physiology and impact on fertility of the period of proestrus in lactating dairy cows. *Animal Reproduction*, 2014, vol. 11, no. 3, pp. 225–236.
5. Huminskaya E., Lupalava T., El Battawy Kh., Petcu B., Loban M. Reproductive performance of Belarusian cows (*Black Motley*) with emphasis on the influence of some drugs on endometritis. *Știința Agricolă*, 2020, no. 2, pp. 139–149. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4321571>
6. Merkur'eva E. K., Shangin-Berezovskii G. N. *Genetics with the basics of biometrics*. Moscow, Kolos Publ., 1983. 400 p. (in Russian).
7. Polyantsev N. I., Sinyavin A. A. *Obstetric and gynaecological dispensary on dairy farms*. 2nd ed. Moscow, Rosagropromizdat Publ., 1989. 176 p. (in Russian).
8. Medvedev G. F., Ekkhorutomven O. T., Blokhin N. G. Control of cattle reproduction. *Sel'skokhozyaistvennyi vestnik [Agricultural Bulletin]*, 2001, no. 2, pp. 12–14 (in Russian).
9. Guminskaya E. Yu., Sidunov S. V., Loban R. V., Sidunova M. N., Lupolov T. A., El Battawy Kh. Reproductive ability of cows of the Aberdeen-Angus breed in the conditions of Pripyat Polesie. *Innovations in animal husbandry and safety of animal products – achievements and outlooks: scientific and practical conference with international participation, dedicated to the 65th anniversary since the founding of the Scientific and Practical Institute of Biotechnologies in Animal Husbandry and Veterinary Medicine, Maximovca, 30 September – 01 October, 2021*. Maximovca, 2021, pp. 273–280 (in Russian).
10. Guminskaya E. Yu., Sidunov S. V., Loban R. V., Sidunova M. N., Lebedev N. A., Lupolov T. A., El Battawy Kh. Regulation of the Limousine cows' and Heifers' reproductive function. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2021, vol. 852, p. 012034. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/852/1/012034>
11. Maksimov Yu. L., Medvedev G. F., Anisov A. A., Bykov L. D. The effectiveness of the use of prostaglandins to increase the fertility of cows and heifers. *Intensifikatsiya proizvodstva moloka i govyadiny: sbornik nauchnykh trudov [Intensification of milk and beef production: collection scientific works]*. Gorki, 1985, iss. 130, pp. 3–9 (in Russian).
12. Yamada K. Development of ovulation synchronization and fixed time artificial insemination in dairy cows. *Journal of Reproduction and Development*, 2005, vol. 51, no. 2, pp. 177–186. <https://doi.org/10.1262/jrd.16103>
13. Willadsen S. M., Polge C., Rowson L. E. A. The viability of deep frozen cow embryos. *Journal Reproduction and Fertility*, 1978, vol. 52, no. 2, pp. 391–393. <https://doi.org/10.1530/jrf.0.0520391>
14. Gavrichenko N. I. *Endocrine status and metabolic profile of the blood of cows with different levels of fertility*. Gorki, 2007. 201 p. (in Russian).
15. Laven R. Pharmacological agents in the control of reproduction. *Veterinary reproduction and obstetrics*. 10th ed. Elsevier, 2019, pp. 157–166. <https://doi.org/10.1016/B978-0-7020-7233-8.00008-2>
16. Rodney R. M., Celi P., Scott W., Breinhild K., Santos J. E. P., Lean I. J. Effects of nutrition on the fertility of lactating dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 2018, vol. 101, no. 6, pp. 5115–5133. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-14064>
17. Molefe K., Mwanza M. Effects of mineral supplementation on reproductive performance of pregnant cross-breed Bonsmara cows: an experimental study. *Reproduction in Domestic Animals*, 2020, vol. 55, no. 3, pp. 301–308. <https://doi.org/10.1111/rda.13618>

Информация об авторах

Гуминская Елена Юрьевна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории разведения и селекции мясного скота, Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству (ул. Фрунзе, 11, 222163, Жодино, Минская обл., Республика Беларусь). <https://orcid.org/0000-0001-6522-6228>. E-mail: elena.huminskaya@yandex.ru

Сидунов Сергей Владимирович – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий лабораторией разведения и селекции мясного скота, Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству (ул. Фрунзе, 11, 222163, Жодино, Минская обл., Республика Беларусь). E-mail: boks12@tut.by

Лобан Раиса Владимировна – кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории разведения и селекции мясного скота, Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству (ул. Фрунзе, 11, 222163, Жодино, Минская обл., Республика Беларусь)

Сидунова Мария Николаевна – научный сотрудник лаборатории разведения и селекции мясного скота, Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству (ул. Фрунзе, 11, 222163, Жодино, Минская обл., Республика Беларусь). E-mail: marinanik2610@mail.ru

Information about the authors

Elena Yu. Guminskaya – Ph. D. (Agriculture), Associate Professor, Leading Researcher of the Laboratory for Beef Cattle Breeding and Selection, Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Animal Breeding (11, Frunze Str., 222163, Zhodino, Minsk Region, Republic of Belarus). <https://orcid.org/0000-0001-6522-6228>. E-mail: elena.huminskaya@yandex.ru

Serhey V. Sidunov – Ph. D. (Agriculture), Associate Professor, Head of the Laboratory for Beef Cattle Breeding and Selection, Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Animal Breeding (11, Frunze Str., 222163, Zhodino, Minsk Region, Republic of Belarus). E-mail: boks12@tut.by

Raisa V. Loban – Ph. D. (Agriculture), Leading Researcher of the Laboratory for Beef Cattle Breeding and Selection, Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Animal Breeding (11, Frunze Str., 222163, Zhodino, Minsk Region, Republic of Belarus)

Maria N. Sidunova – Researcher of the Laboratory for Beef Cattle Breeding and Selection, Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Animal Breeding (11, Frunze Str., 222163, Zhodino, Minsk Region, Republic of Belarus). E-mail: marinanik2610@mail.ru