

Научная статья

УДК 636.32/38:612.621.31

doi:10.33284/2658-3135-105-4-101

Взаимодействие гонадотропинов и эстрогенов в организме овец при стимуляции половой охоты

Павел Игоревич Христиановский¹, Станислав Андреевич Платонов², Тимур Бажикинович Алдыяров³

¹²³Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, Оренбург, Россия

¹paor1953@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3902-4379>

²platonstas1994@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9806-412X>

³aldyayarov97@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8636-7553>

Аннотация. В последнее десятилетие у аграриев РФ вновь появился интерес к овцеводству, и овцепоголовье стало постепенно нарастать. Возникла потребность в увеличении выхода молодняка, то есть в повышении оплодотворяемости овцематок в период случной кампании. Для этого применяют различные схемы стимуляции половой охоты, в том числе в период сезонной анафродизии. Целью исследования являлось изучение соотношения половых гормонов – прогестерона, фолликулостимулирующего гормона (ФСГ), лютеинизирующего гормона (ЛГ) и свободного эстриола – при выполнении различных схем стимуляции половой охоты у овцематок романовской породы. Исследование проведено в апреле 2022 г. на овцематках в послеокотный период. Сформировали три группы овец по 12 голов. Во всех группах овцам инъецировали Е-селен двукратно. В контрольной группе синхронизацию не проводили. Во II группе применили двукратное введение эстрофана через 11 суток, в III группе использовали комплексную схему синхронизации (фоллимаг – прогестамаг, сурфагон). Анализ динамики гормонов в крови подопытных животных позволяет предположить, что в организме овцематок в этот период происходят скрытые процессы, аналогичные половым циклам, но укороченные. В связи с этим, применять овцематкам схему с двукратной инъекцией простагландинов нецелесообразно. Более адаптирована к организму овец схема с применением фоллимага и прогестамага с сурфагоном с недельным интервалом.

Ключевые слова: овцематки, сезонная анафродизия, стимуляция половой охоты, ЛГ, свободный эстриол

Благодарности: работа выполнена в соответствии с планом НИР на 2021-2023 гг. ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (№ 0761-2019-0006).

Для цитирования: Христиановский П.И., Платонов С.А., Алдыяров Т.Б. Взаимодействие гонадотропинов и эстрогенов в организме овец при стимуляции половой охоты / Животноводство и кормопроизводство. 2022. Т. 105, № 4. С. 101-110. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-105-4-101>

Original article

Gonadotropins and estrogens interaction in the body of sheep during sexual estrus stimulation

Pavel I Khristianovskiy¹, Stanislav A Platonov², Timur B Aldyayrov³

¹²³Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, Orenburg, Russia

¹paor1953@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3902-4379>

²platonstas1994@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9806-412X>

³aldyayarov97@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8636-7553>

Annotation. In the last decade, farmers have regained interest in sheep breeding, and sheep herds has gradually increased in Russian Federation. The demand of increasing the yield of young animals has

emerged, that is, to increase the sheep fertilization during the mating campaign. For this purpose, various schemes are used for sexual estrus stimulation, including during the period of seasonal anaphrodisia. The aim of the research was to study the ratio of sex hormones - progesterone, follicle-stimulating hormone (FSH), luteinizing hormone (LH) and free estriol - when performing various schemes of sexual estrus stimulation in Romanov sheep. The study was conducted in sheep during the post-lambing period in April 2022. Three groups of 12 sheep were formed. In all groups, sheep were injected with E-selen twice. Synchronization was not performed in the control group. Double introduction of estrophan was used after 11 days in the second group, a complex synchronization scheme (follimag – progestamag, surfagon) was used in the third group. Analysis of the hormones dynamics in the blood of experimental animals suggests that hidden processes similar to sexual cycles, but shortened, occur in the body of sheep during this period. In this regard, a scheme with a double injection of prostaglandins is impractical to apply in sheep. The scheme with the use of follimag and progestamag with surfagon with a weekly interval is more adapted to the sheep's body.

Keywords: sheep, seasonal anaphrodisia, stimulation of sexual estrus, LH, free estriol

Acknowledgements: the work was performed in accordance to the plan of research work for 2021-2023 FSBRI FRC BST RAS (No. 0761-2019-0006).

For citation: Khristianovskiy PI, Platonov SA, Aldyarov TB. Gonadotropins and estrogens interaction in the body of sheep during sexual estrus stimulation. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2022;105(4):101-110. (In Russ.). <https://doi.org/10.33284/2658-3135-105-4-101>

Введение.

В 1990-2000-е годы в Российской Федерации произошло резкое снижение поголовья овец (в 9,5-20 раз в различных регионах), но в последнее десятилетие овцеводство стало активно развиваться. Появилась потребность в увеличении овцепоголовья, так как в настоящее время экономическая эффективность отрасли определяется уровнем производства баранины (Куренинова Т.В., 2018; Чекунова Ю.А. и Мальцева О.Е., 2021).

Традиционная технология разведения овец основана на получении одного окота в год. Для повышения выхода молодняка необходимо применять биотехнологические методы (Балкаран С. и Зеленская Л.А., 2018; Мамонтова Т.В. и др., 2018). К ним относятся синхронизация половой охоты у овец и индукция половых циклов у них в различные сезоны года (Иванов Ю.А. и Ерохин А.С., 2017). Эти методы позволяют получать по три окота в два года, что существенно увеличивает количество приплода. С целью синхронизации половой охоты применяют различные гормональные препараты (Зонтурулу А.К. и др., 2017).

В схемах стимуляции половой охоты у овцематок используют два фармакологических принципа (Колосова А.И. и Гаврилов Б.В., 2022). Первый основан на пролонгировании лютеиновой фазы цикла прогестагенными препаратами, второй предполагает лютеолиз (рассасывание желтого тела цикла) с помощью простагландиновых препаратов. В дальнейшем происходят быстрый рост и созревание фолликулов (Христиановский П.И. и др., 2021). При использовании этих принципов необходимо учитывать особенности физиологии размножения мелкого рогатого скота, в том числе сезон получения приплода, для достижения максимального эффекта от воспроизводства в овцеводстве (Мамонтова Т.В. и др., 2020; Айбазов А.-М.М. и др., 2022).

Эффективность применяемых схем стимуляции половой охоты в значительной степени определяется взаимодействием гипофизарных гонадотропинов (в том числе ЛГ) и эстрогенов (Аксенова П.В. и Ермаков А.М., 2015).

Цель исследования.

Изучить динамику ЛГ, свободного эстриола и их соотношение при различных схемах стимуляции половой охоты у овцематок в период сезонной анафродизии.

Материалы и методы исследований.

Объект исследования. Овцематки романовской породы.

Обслуживание животных и экспериментальные исследования были выполнены в соответствии с инструкциями и рекомендациями российских нормативных актов (1987 г.; Приказ Минздрава СССР No 755 от 12.08.1977 «О мерах по дальнейшему совершенствованию организационных форм работы с использованием экспериментальных животных») и «Guide for the Care and Use of Laboratory Animals» (National Academy Press, Washington, D.C., 1996). При проведении исследований были предприняты меры для обеспечения минимума страданий животных и уменьшения количества исследуемых опытных образцов.

Схема эксперимента. В апреле 2022 г. в СПК «Колхоз» им. Ю.А. Гагарина (пос. Караванный) Оренбургской области методом групп-аналогов сформировали три группы овцематок романовской породы по 12 голов в каждой. Все животные находились в послеродовом периоде (2-3 недели после окота). Живая масса овец – 30-35 кг, содержание и кормление соответствовало физиологическим нормам. В I (контрольной) группе стимуляцию не проводили, во II и III группах применили различные схемы стимуляции. Для выравнивания витаминно-микроэлементного фона во всех группах овцам двукратно инъецировали Е-селен внутримышечно в дозе 1,5 мл (табл. 1).

Таблица 1. Схема опыта
Table 1. Scheme of experience

№ группы / No. of group	Число животных в группе / Number of animals in group	Дни эксперимента / Days of experiment				
		1	8	11	13	14
I	12	Е-селен / E-selen		Е-селен / E-selen		
II	12	Е-селен, эстрофан / E-selen, estrophan		Е-селен, эстрофан / E-selen, estrophan		Сурфагон / surfagon
III	12	Е-селен, фоллимаг / E-selen, folimag	Е-селен, прогестамаг, сурфагон / E-selen, progestamag, surfagon			

Овцам II группы вводили эстрофан в дозе 0,3 мл в/м в 1-й и 11-й дни опыта. На 13-й день овцам инъецировали сурфагон в дозе 3 мл в/м. В III группе в 1-й день овцам вводили фоллимаг в дозе 500 МЕ, на 8-й день – прогестамаг в дозе 10 мл и сурфагон в дозе 3 мл.

В период эксперимента случку овец не проводили. Непосредственной целью исследований являлось именно изучение динамики гормонов в организме овец при различных схемах синхронизации полового цикла

Для определения содержания гормонов у всех животных брали кровь из яремной вены в 1-й, 8-й, 11-й, 13-й, 14-й дни эксперимента.

Оборудование и технические средства. Исследования выполнены в ЦКП БСТ РАН <http://цкп-бст.рф> при помощи автоматического микропланшетного анализатора Infinite F200 PRO (Тесан, Австрия); набора реагентов для иммуноферментного определения фолликулостимулирующего гормона в сыворотке (плазме) крови "ФСГ-ИФА" (К 203) (Хема, Россия); набора реагентов для иммуноферментного определения лютеотропного гормона в сыворотке и плазме крови

"ЛГ-ИФА" (К 202) (Хема, Россия); набора реагентов для иммуноферментного определения гормона прогестерона в сыворотке и плазме крови "ПГ-ИФА" (К 209) (Хема, Россия); пробирки вакуумные RusTech 7 мл, с активатором свёртывания; пробирка вакуумная RusTech 6 мл с ЭДТА К3; игла инъекционная одноразовая стерильная 18G; игла двусторонняя RusTech 18G 1/2 (1,2*38мм); шприц одноразовый 20 мл 3-комп. с иглой 21G×1 1/2" (0,8 х 40 мм).

Статистическая обработка. Проводилась с использованием приложения «Statistica 10.0» («Stat Soft Inc.», США). Анализ включал определение средней арифметической величины (M), стандартной ошибки средней (m). Достоверными считали различия при $P \leq 0,05$.

Результаты исследований.

В проведённых нами ранее исследованиях установлено, что при стимуляции половой охоты в весенний период по схеме «фоллимаг-прогестамаг» наиболее благоприятное соотношение уровня прогестерона и ФСГ создаётся в организме овец на 11-й день от начала применения препаратов. В этот период содержание фолликулостимулирующего гормона в крови овец достигает максимальных значений, а количество прогестерона находится на минимуме. Следовательно, происходят те же процессы, что при спонтанном половом цикле, то есть к этому периоду всё подготовлено для овуляции.

Процесс овуляции в организме самок осуществляется при непосредственном воздействии ЛГ, пептидного гормона, который вырабатывается аденогипофизом и оказывает непосредственное влияние на выработку эстрогенов, а при пиковых повышениях уровня вызывает овуляцию. Динамика содержания ЛГ в крови овец по периодам опыта представлена в таблице 2. Анализ данных показывает, что уровень ЛГ во всех группах животных к 8 дню опыта повысился на 0,34-1,03 МЕ/л или 11,3-43,8 % ($P \leq 0,01$). Далее в I и II группах содержание ЛГ постепенно снижалось к 14 дню до исходного уровня ($P \leq 0,05$). В III группе повышение уровня ЛГ продолжалось до 11 дня опыта. Разница с исходным значением (в 1 день опыта) составила 1,1 МЕ/л или 36,4 % ($P \leq 0,01$). Затем содержание ЛГ достоверно уменьшилось к 14 дню на 0,4 МЕ/л (9,7 %).

Таблица 2. Изменения уровня ЛГ (МЕ/л) в сыворотке крови овец в течение опыта ($M \pm m$)
Table 2. Changes in LH (IU/l) level in blood serum of sheep during the experiment ($M \pm m$)

Группа животных / Group of animals	Дни эксперимента / Days of experiment				
	1	8	11	13	14
I	2,35±0,371	3,38±1,105	2,58±1,316	2,91±1,09	2,56±0,641
II	2,32±0,619	3,33±0,607	3,17±0,768	3,00±1,411	1,85±0,484
III	3,02±0,527	3,36±1,078	4,12±1,598	3,93±1,942	3,72±1,822

Таким образом, к 11 дню опыта у овец III группы содержание ЛГ в крови достигло максимума, что создавало условия для синхронизации овуляций и, предположительно, позволяло достигнуть высокой оплодотворяемости при осеменении или случке овец в этот период.

В реализации процессов полового цикла важную роль играют эстрогены, продуцируемые яичниками. Они обеспечивают клиническое проявление половой охоты, а также участвуют в осуществлении овуляции. Результаты наблюдений за содержанием свободного эстриола в крови овец приведены в таблице 3.

Из таблицы 3 следует, что у животных I и II групп уровень гормона повысился к 8 дню опыта на 0,76-1,03 нмоль/л (20,2-30,9 %), затем происходило снижение до исходных значений ($P \leq 0,05$). В III группе уровень эстрадиола возрастал до 11 дня, разница с исходным значением составила 1,51 нмоль/л или 48,2 % ($P \geq 0,05$), далее отмечено снижение содержания гормона до исходного.

Таблица 3. Значения уровня свободного эстриола (нмоль/л) в сыворотке крови овец в течение опыта (M±m)

Table 3. Values of free estriol level (nmol/L) in blood serum of sheep during the experiment (M±m)

Группа животных / Group of animals	Дни эксперимента / Days of experiment				
	1	8	11	13	14
I	3,76±0,239	4,52±0,393	3,84±0,649	3,8±0,679	3,24±0,477
II	3,33±1,191	4,36±0,819	4,15±0,668	3,14±0,772	3,52±0,756
III	3,13±1,055	4,42±1,779	4,64±1,190	3,67±1,109	4,06±1,455

Сравнительная оценка содержания ЛГ и свободного эстриола в крови овец в ходе опыта представлена на графиках (рис. 1).

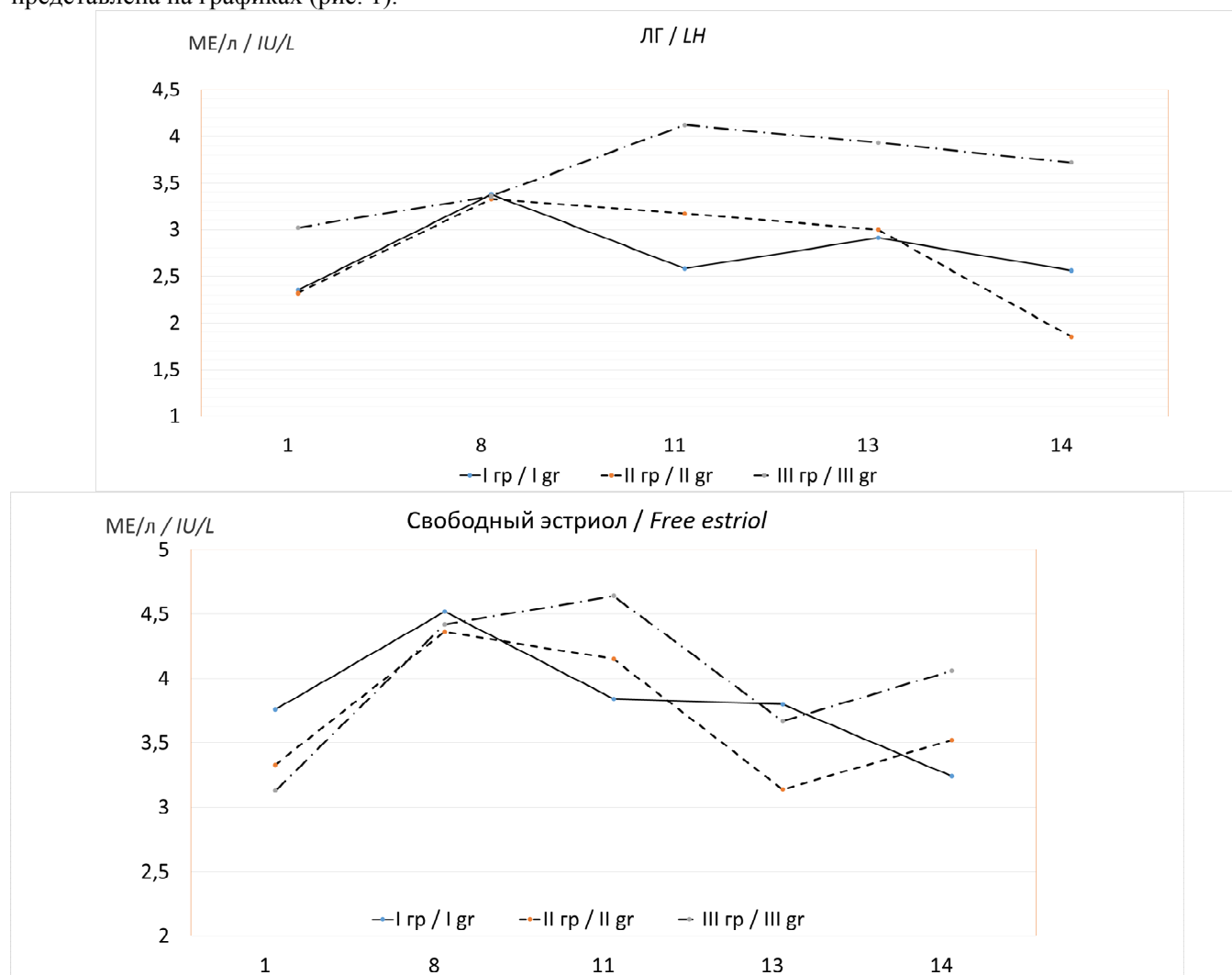


Рис. 1 – Динамика содержания ЛГ и свободного эстриола в сыворотке крови овец по периодам опыта

Figure 1 – Dynamics of LH and free estriol content in the blood serum of sheep by the periods of the experiment

Из графиков следует, что у овец III группы к 11 дню опыта уровень ЛГ и свободного эстриола достигает максимальных значений, что создает предпосылки для овуляции и клинического проявления охоты. У животных I и II групп отмечается снижение содержания этих гормонов в крови в этот период.

Обсуждение полученных результатов.

Для повышения выхода молодняка в овцеводстве необходимо использовать явление сезонности в воспроизводстве овец (Иванов Ю.А. и Ерохин А.С., 2017). В осенний период у овец происходит несколько половых циклов один за другим, что и используется для проведения случной кампании. В весенний период у овцематок половые циклы отсутствуют (анафродизия). Однако продолжительность беременности у этих животных и применение биотехнологических методов позволяет уплотнить процессы воспроизводства и получать от овец по три окота в 2 года (Иванов Ю.А. и Ерохин А.С., 2017).

Результаты наших исследований, проведенных на овцематках в весенний период, продемонстрировали наличие функциональной активности яичников при анафродизии (Христиановский П.И. и Платонов С.А., 2022а). Предположительно, в яичниках овец в этот период происходят волнообразные процессы созревания фолликулов, однако они не завершаются овуляцией. Периодичность скрытых волн созревания фолликулов составляет, по нашим данным, 14 суток. Применение стимулирующих препаратов в этот период способствует завершению этих процессов и создает предпосылки для овуляции и последующего оплодотворения (Аузбаев С.А., 2017; Луканина В.А. и др., 2021).

Проведенный нами анализ динамики ЛГ и свободного эстриола при стимуляции показывает, что пик уровня свободного эстриола совпадает по времени с максимальным содержанием ЛГ в крови овец. Выявленный авторами всплеск уровня эстрадиола, предшествующий предовуляторному повышению уровня лютеинизирующего гормона, характеризует эстрогены как физиологический медиатор, стимулирующий необходимое для овуляции выделение лютеинизирующего гормона у овец (Христиановский П.И. и др., 2022б).

Таким образом, обобщение результатов наблюдений за изменениями содержания половых гормонов в крови овец при различных схемах стимуляции и без неё позволяет выявить определенную закономерность: оптимальное соотношение гормонов для овуляции и оплодотворения установлено у овец III группы на 11-й день от начала стимуляции половой охоты. Следовательно, на основании сравнения динамики половых гормонов в опытных группах можно избирательно рекомендовать применение схемы с применением фоллимага и прогестамага для синхронизации половой охоты у овец.

При использовании классической простагландиновой схемы синхронизации половой охоты животным двукратно с интервалом 10 суток инъецируют эстрофан и через 72 и 96 часов проводят искусственное осеменение (Сорокин В.А. и др., 2019). Известно, что у овец продолжительность полового цикла в среднем на 3-4 суток меньше, чем у коров. Следовательно, к моменту осеменения по этой схеме пик содержания ЛГ в организме овец (11-й день) будет уже пройден, и осеменение или случка овцематок в этот период (14-15-й дни) будут малоэффективными.

При сочетанном применении фоллимага и прогестамага в схеме стимуляции половой охоты (III группа) произошло максимальное повышение уровня ЛГ в крови овец к 11 дню. Этот выброс ЛГ обеспечивает синхронизацию овуляции у овец, а повышение содержания эстриола способствует проявлению у них половой охоты. Таким образом, указанная схема является более приемлемой для использования в овцеводстве.

Заключение.

1. Предположительно, в период сезонной анафродизии в организме овец происходят волнообразные процессы созревания фолликулов, не проявляющиеся клинически.
2. Проведение в этот период стимуляции половой охоты по схеме «фоллимаг-прогестамаг» позволяет создать в организме овцематок оптимальные условия для овуляции.

3. Схема стимуляции половой охоты с двукратным введением эстрофана не эффективна для применения в овцеводстве

Список источников

1. Айбазов А.-М.М., Мамонтова Т.В., Губаханов М.А. Вспомогательные репродуктивные технологии в воспроизводстве мелкого рогатого скота (обзор) // Сельскохозяйственный журнал. 2022. 2(15). С. 29-36. [Aybazov A.-MM, Mamontova TV, Gubakhanov MA. Assisted reproductive technologies in reproduction of small cattle (review). Agricultural Journal. 2022;2(15):29-36. (in Russ.)]. doi: <https://doi.org/10.25930/2687-1254/004.2.15.2022>
2. Аксенова П.В. Ермаков А.М. Биология репродукции коз: монография. Санкт-Петербург; Москва; Краснодар: Изд-во "Лань", 2015. 272 с. [Aksenova PV. Ermakov AM. Biologiya reproduksii koz: monografiya. Sankt-Peterburg; Moskva; Krasnodar: Izdatel'stvo "Lan"; 2015:272 p. (in Russ.)].
3. Аузбаев С.А. Синхронизация половых циклов овец при искусственном осеменении // Зоотехния. 2017. № 11. С. 30-32. [Auzbaev SA. Synchronization of sheep sexual cycle at artificial insemination. Zootechnia. 2017;11:30-32. (in Russ.)].
4. Балкаран С., Зеленская Л.А. Инновационные мероприятия, повышающие продуктивность и воспроизводство стада // Вестник научно-технического творчества молодёжи Кубанского ГАУ: сб. ст. по материалам науч.-исслед. работ: в 4 т. Краснодар, 01-31 октября 2018 года. Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2018. Т. 4. С. 74-78. [Balkaran S, Zelenskaya LA. Innovatsionnye meropriyatiya, povyshayushchie produktivnost' i vosproizvodstvo stada (Conference proceedings). Vestnik nauchno-tekhnicheskogo tvorchestva molodezhi Kubanskogo GAU: sbornik statei po materialam nauchno-issledovatel'skikh работ: v 4 t. Krasnodar, 01-31 oktyabrya 2018 goda. Krasnodar: Kubanskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet imeni Trubilina IT.; 2018;4:74-78. (in Russ.)].
5. Иванов Ю.А., Ерохин А.С. Случной сезон и многоплодие овцематок // Овцы, козы, шерстяное дело. 2017. № 1. С. 16-18. [Ivanov YuA, Erokhin AS. Sluchnoi sezon i mnogoploдие ovtsematok. Ovtsty,kozy, sherstyanoedelo. 2017;1:16-18. (in Russ.)].
6. Колосова А.И., Гаврилов Б.В. Применение методов фармакотерапии и физиотерапии для стимуляции половой функции у самок // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: сб. ст. по материалам 77-й науч.-практ. конф. студентов по итогам НИР за 2021 год. В 3-х ч. Краснодар, 01 марта 2022 года / отв. за выпуск А.Г. Кошаев. Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2022. Ч. 1. С. 363-366. [Kolosova AI, Gavrilov BV. Primeneniemetodov farmakoterapii i fizioterapii dlya stimulyatsii polovoi funktsii u samok (Conference proceedings) Nauchnoe obespechenie agropromyshlennogo kompleksa: sbornik statei po materialam 77-i nauch.-prakt. konf. studentov po itogam NIR za 2021 god. V 3-kh chastyakh. Krasnodar, 01 marta 2022 goda. otv. za vypusk Koshchaev AG. Krasnodar: Kubanskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet imeni Trubilina IT; 2022;1:363-366. (in Russ.)].
7. Куренинова Т.В. Эффективность выращивания молодняка овец Западно-сибирской мясной породы // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2018. № 2(160). С. 107-111. [Kureninova TV. The efficiency of rearing young sheep of West-Siberian mutton breed. Bulletin of Altai State Agricultural University. 2018;2(160):107-111. (in Russ.)].
8. Луканина В.А., Чинаров Р.Ю., Тарадайник Н.П. Сравнительное исследование результативности двух схем синхронизации половой охоты у овец // Зоотехния. 2021. № 12. С. 31-33. [Lukanina VA, Chinarov RY, Taradaynik NP. Comparative research of efficiency of two schemes of estrus synchronization in sheep. Zootechnia. 2021;12:31-33. (in Russ.)]. doi: 10.25708/ZT.2021.51.73.009
9. Мамонтова Т.В., Айбазов М.М., Сеитов М.С. Результаты внутриматочного лапароскопического осеменения овец замороженной-оттаянной спермой // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2018. № 2(70). С. 159-161. [Mamontova TV, Aibazov MM,

Seitov MS. The results of intrauterine laparoscopic insemination of sheep with frozen-thawed out sperm. *Izvestiya Orenburg State Agrarian University*. 2018;2(70):159-161. (*in Russ.*).

10. Методы интенсификации воспроизводства в овцеводстве (обзор) / П.И. Христиановский, С.А. Платонов, Е.С. Медетов, Т.Б. Алдыяров // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2022б. № 3(95). С. 259-263. [Khristianovsky PI, Platonov SA, Medetov ES, Aldyarov TB. Methods of intensification of reproduction in sheep breeding (review). *Izvestiya Orenburg State Agrarian University*. 2022b;3(95):259-263. (*in Russ.*). doi: 10.37670/2073-0853-2022-95-3-259-263

11. Руководство по внедрению репродуктивных технологий в воспроизводство крупного рогатого скота: практические рекомендации / В.И. Сорокин и др. Оренбург: Издат. центр ОГАУ, 2019. 112 с. [Sorokin VI et al. *Rukovodstvo po vnedreniyu reproduktivnykh tekhnologii v vosproizvodstvo krupnogo rogatogo skota: prakticheskie rekomendatsii*. Orenburg: Izdatel'skii tsentr OGAU; 2019:112 p. (*in Russ.*).

12. Синхронизация эструса у овец (*Ovis aries*) породы авасси вне сезона размножения при скармливании витамина Е и мультиминеральной добавки (Se, Ca, P, Cu, Co) / А.К. Зонтурлу, С. Катар, М. Сенмез и др. // Сельскохозяйственная биология. 2017. Т. 52(2). С. 331-337. [Zonturlu AK, Katsar S, Sönmez M et al. The effect of injectable vitamin E and trace minerals (selenium, calcium, phosphate, copper, and cobalt) on reproductive performance during non-breeding season in Awassi ewes. *Sel'skokhozyaistvennaya Biologiya [Agricultural Biology]*. 2017;52(2):331-337. (*in Russ.*). doi: 10.15389/agrobiology.2017.2.331rus doi: 10.15389/agrobiology.2017.2.331eng

13. Способ отбора и искусственного осеменения овец и коз: пат. 2728190 Рос. Федерация / Т.В. Мамонтова, А.-М.М. Айбазов, М.И. Захарина. Заявл. 06.11.18; опубл. 28.07.2020, Бюл. № 22. [Mamontova TV, Aibazov A.-MM, Zakharina MI. *Sposob otbora i iskusstvennogo osemneniya ovets i koz: Pat. 2728190 Ros. Federatsiya. Zayavl. 06.11.18; opubl. 28.07.2020, Byul. № 22.* (*in Russ.*).

14. Сравнительный анализ эффективности фронтального осеменения коров при различных схемах синхронизации половой охоты / П.И. Христиановский, М.С. Сеитов, С.А. Платонов, Е.С. Медетов, Т.Б. Алдыяров // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2021. № 6(92). С. 217-220. [Khristianovsky PI, Seitov MS, Platonov SA, Medetov ES, Aldyarov TB. Comparative analysis of the effectiveness of frontal insemination of cows with different schemes of synchronization of sexual heat. *Izvestiya Orenburg State Agrarian University*. 2021;6(92):217-220. (*in Russ.*). doi: 10.37670/2073-0853-2021-92-6-217-221

15. Христиановский П.И., Платонов С.А. Динамика прогестерона и фолликулостимулирующего гормона при стимуляции половой охоты у овец // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2022б. № 5(97). С. 196-200. [Khristianovsky PI, Platonov SA. Dynamics of progesterone and folliculostimulating hormone during stimulation of heat in sheep. *Izvestiya Orenburg State Agrarian University*. 2022b;5(97):196-200. (*in Russ.*). doi: 10.37670/2073-0853-2022-97-5-196-200

16. Чекунова Ю.А., Мальцева О.Е. Эффективность применения разработанных схем стимуляции половой охоты у овец // Вестник КрасГАУ. 2021. № 5(170). С. 122-128. [Chekunova YuA, Maltseva OE. The effectiveness of using the developed estrus induction patterns in sheep. *Bulletin of KrasGAU*. 2021;5(170):122-128. (*in Russ.*). doi: 10.36718/1819-4036-2021-5-122-128.

References

1. Aybazov A.-MM, Mamontova TV, Gubakhanov MA. Assisted reproductive technologies in reproduction of small cattle (review). *Agricultural Journal*. 2022;2(15):29-36. doi: <https://doi.org/10.25930/2687-1254/004.2.15.2022>

2. Aksenova PV, Ermakov AM. *Biology of goat reproduction: monograph*. St. Petersburg; Moscow; Krasnodar: Publishing House "Lan"; 2015:272 p.

3. Auzbaev SA. Synchronization of sheep sexual cycle at artificial insemination. *Zootechnia*. 2017;11:30-32.

4. Balkaran S, Zelenskaya LA. Innovative measures increasing the productivity and reproduction of the herd // Bulletin of the scientific and technical creativity of the youth of the Kuban State Agrarian University: Digest of articles based on the materials of scientific research works: in 4 volumes, V. 4., Krasnodar, October 01-31, 2018. Krasnodar: Kuban State Agrarian University named after Trubilin IT; 2018:74-78.

5. Ivanov YuA, Erokhin AS. The mating season and the multiple pregnancy in sheep. Sheep, Goats, Wool Business. 2017;1:16-18.

6. Kolosova AI, Gavrilov BV. Application of pharmacotherapy and physiotherapy methods to stimulate sexual function in females (Conference proceedings). Scientific support of the agro-industrial complex: Digest of articles based on the materials of the 77th scientific and practical conference of students on the results of research for 2021. In 3 parts, P. 1., Krasnodar, March 01, 2022. Koshchaev AG is responsible for the release. Krasnodar: Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin; 2022;1:363-366.

7. Kureninova TV. The efficiency of rearing young sheep of West-Siberian mutton breed. Bulletin of Altai State Agricultural University. 2018;2(160):107-111.

8. Lukanina VA, Chinarov RY, Taradaynik NP. Comparative research of efficiency of two schemes of estrus synchronization in sheep. Zootechnia. 2021;12:31-33. doi: 10.25708/ZT.2021.51.73.009

9. Mamontova TV, Aibazov MM, Seitov MS. The results of intrauterine laparoscopic insemination of sheep with frozen-thawed out sperm. Izvestiya Orenburg State Agrarian University. 2018;2(70):159-161.

10. Khristianovsky PI, Platonov SA, Medetov YS, Aldyarov TB. Methods of intensification of reproduction in sheep breeding (review). Izvestiya Orenburg State Agrarian University. 2022a;3(95):259-263. doi: 10.37670/2073-0853-2022-95-3-259-263

11. Sorokin VI et al. Guidelines for the introduction of reproductive technologies in the reproduction of cattle: practical recommendations. Orenburg: OSAU Publishing Center; 2019. 112 p.

12. Zonturlu AK, Katsar C, Sönmez M et al. The effect of injectable vitamin E and trace minerals (selenium, calcium, phosphate, copper, and cobalt) on reproductive performance during non-breeding season in Awassi ewes. Sel'skokhozyaistvennaya Biologiya [Agricultural Biology]. 2017;52(2):331-337. doi: 10.15389/agrobiology.2017.2.331rus. doi: 10.15389/agrobiology.2017.2.331eng

13. Mamontova TV, Ajbazov A-MM, Zakharina MI. Method of sampling and artificial insemination of sheep and goats: US Pat. 2728190 Ros. Federation. Claim 06.11.18; Publ. 28.07.2020, Bull. Number. 22.

14. Khristianovsky PI, Seitov MS, Platonov SA, Medetov ES, Aldyarov TB. Comparative analysis of the effectiveness of frontal insemination of cows with different schemes of synchronization of sexual heat. Izvestiya Orenburg State Agrarian University. 2021;6(92):217-220. doi: 10.37670/2073-0853-2021-92-6-217-221

15. Khristianovsky PI, Platonov SA. Dynamics of progesterone and folliculostimulating hormone during stimulation of heat in sheep. Izvestiya Orenburg State Agrarian University. 2022b;5(97):196-200. doi: 10.37670/2073-0853-2022-97-5-196-200

16. Chekunova YuA, Maltseva OE. The effectiveness of using the developed estrus induction patterns in sheep. Bulletin of KrasGAU. 2021;5(170):122-128. doi: 10.36718/1819-4036-2021-5-122-128.

Информация об авторах:

Павел Игоревич Христиановский, доктор биологических наук, старший научный сотрудник отдела технологии мясного скотоводства и производства говядины, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, Россия, тел.: 8(3532)43-46-78, сот: 89877814269.

Станислав Андреевич Платонов, кандидат биологических наук, научный сотрудник отдела технологии мясного скотоводства и производства говядины, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8(3532)43-46-78.

Тимур Бажикетович Алдыяров, лаборант-исследователь отдела технологии мясного скотоводства и производства говядины, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8(3532)43-46-78.

Information about the authors:

Pavel I Khristianovsky, Dr. Sci. (Biology), Senior Researcher at the Department of Technology of Beef Cattle Breeding and Beef Production, Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, 29, January 9, Orenburg, 460000, tel.: 8(3532)43-46-78, phone: 89877814269.

Stanislav A. Platonov, Cand. Sci. (Biology), Researcher of the Department of Technology of Beef Cattle Breeding and Beef Production, Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, 29, January 9, Orenburg, 460000, tel.: 8(3532)43-46-78.

Timur B Aldiyarov, laboratory assistant of the Department of Technology of Beef Cattle Breeding and Beef Production, Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, 29, January 9, Orenburg, 460000, tel.: 8(3532)43-46-78.

Статья поступила в редакцию 10.11.2022; одобрена после рецензирования 28.11.2022; принята к публикации 12.12.2022.

The article was submitted 10.11.2022; approved after reviewing 28.11.2022; accepted for publication 12.12.2022.