

УДК 577.17:636.082.453.5

DOI: 10.33284/2658-3135-103-2-75

**Использование ультрадисперсных частиц двуоксида кремния
для повышения оплодотворяемости коров при фронтальном осеменении**

П.И. Христиановский, С.А. Платонов

Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук (г. Оренбург)

Аннотация. Применение синхронизации половой охоты в скотоводстве сдерживается невысокой оплодотворяемостью при фронтальном осеменении (40-50 %). Резервом повышения оплодотворяемости коров является включение в схему синхронизации применения ультрадисперсных частиц (УДЧ) диоксида кремния. Опыт проводился на коровах красной степной породы. В двух группах по 10 голов коровам провели синхронизацию половой охоты с помощью эстрофана. В опытной группе одновременно со второй инъекцией эстрофана животным ввели раствор УДЧ диоксида кремния. Всех коров осеменили фронтально. В опытной группе оплодотворяемость составила 70,0 %, в контрольной – 60,0 %. В опытной группе уровень фолликулостимулирующего гормона (ФСГ) при индуцированном половом цикле повысился на 10,3 %, в контроле – на 6,06 %. Значения уровня лютеинизирующего гормона (ЛГ) у животных обеих групп перед осеменением были на одном уровне.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, воспроизводство, синхронизация половой охоты, диоксид кремния, фронтальное осеменение, оплодотворяемость.

UDC 577.17:636.082.453.5

The use of silicon dioxide to increase the fertility of cows with frontal insemination

Pavel I Khristianovsky, Stanislav A Platonov

Federal Research Centre for Biological Systems and Agrotechnologies of Russian Academy of Sciences (Orenburg, Russia)

Summary. The use of synchronization of estrus in cattle breeding is constrained by low fertility during frontal insemination (40 - 50%). A reserve for increasing the fertility of cows is the inclusion of silicon dioxide in the synchronization scheme. The experiment was conducted on cows of the Red Steppe breed. Cows from two groups (10 heads) had synchronized estrus using Oestrophan. Animals were injected with a solution of UFP of silicon dioxide in the experimental group, simultaneously with the second injection of Oestrophan. All cows were inseminated frontally. In the experimental group, fertility was 70.0%, in the control group - 60.0%. In the experimental group, the level of follicle stimulating hormone (FSH) during the induced sexual cycle increased by 10.3%, in the control - by 6.06%. The values of the luteinizing hormone (LH) level in animals of both groups before insemination were at the same level.

Key words: cattle, reproduction, synchronization of sexual hunting, silicon dioxide, frontal insemination, fertilization.

Введение.

В последние десятилетия, наряду с увеличением производства молока, наблюдается снижение получение приплода у молочного скота. В настоящее время низкая репродуктивность молочного скота стала серьёзной проблемой в молочной промышленности. (Lucy MC, 2001; Walsh SW et al., 2011; Зернаева Л.А., 2013; Geary TW et al., 2016). Применение синхронизации половой охоты коров с последующим фронтальным осеменением позволяет интенсифицировать процессы воспроизводства (Ambrose DJ et al., 2015; Mohammadi A et al., 2019), снизить ущерб от бесплодия животных, получать приплод в благоприятные периоды (Dillon et al., 2006) и в целом добиваться максимальной продуктивности животных в молочном и мясном скотоводстве (Dobson H et al., 2007).

Мировая практика показывает, что оплодотворяемость при фронтальном осеменении составляет 40-50 % (MacGregor RG and Casey NH, 2000; Tada O et al., 2010; Patel GK et al., 2017) Резервом повышения оплодотворяемости является введение в схему синхронизации биологически активных веществ, в том числе соединений кремния в ультрадисперсной форме. (Medina C et al., 2008; Wang R et al., 2018; Chen L et al., 2018).

Цель исследования.

Изучить возможность использования ультрадисперсных частиц диоксида кремния для повышения эффективности фронтального осеменения коров и проследить за динамикой половых гормонов у животных при индуцированном половом цикле.

Материалы и методы исследования.

Объект исследования. Коровы красной степной породы, возраст 3-5 лет, живая масса 400-450 кг, количество отёлов 1-3.

Обслуживание животных и экспериментальные исследования были выполнены в соответствии с инструкциями и рекомендациями Russian Regulations, 1987 (Order No. 755 on 12.08.1977 the USSR Ministry of Health) and «The Guide for Care and Use of Laboratory Animals (National Academy Press Washington, D.C. 1996)». При выполнении исследований были предприняты усилия, чтобы свести к минимуму страдания животных и уменьшения количества используемых образцов.

Схема эксперимента. Экспериментальная часть работы выполнялась в СПК «Колхоз Красногорский» Саракташского района Оренбургской области на коровах красной степной породы. Были сформированы две группы по 10 голов в каждой по принципу групп-аналогов – контрольная и опытная. Подбирали коров в послеотельном периоде с нормальным состоянием гениталий. Состояние половых органов определяли путём гинекологического обследования с использованием УЗИ-сканера. В обеих группах коровам провели синхронизацию половой охоты с двукратным применением эстрофана и последующим фронтальным осеменением (табл. 1).

Таблица 1. Схема опыта
Table 1. Experimental design

| Группа/ Group No. | Количество животных/ Number of animals | Период опыта, сутки/ Days of experiment | | | |
|--------------------------|---|--|--|--|--|
| | | 1-е | 11-е | 14-е | 15-е |
| Опытная/ Experimental | 10 | Витамины 6 мл, эстрофан 2,5 мл/ Vitamins 6 ml, Oestrophan, 2,5 ml | Эстрофан 2,5 мл SiO ₂ / Oestrophan, 2.5 ml, SiO ₂ | Сурфагон 2 мл, искусственное осеменение/ Surfagon 2 ml, artificial insemination | Искусственное осеменение/ artificial insemination |
| Контроль/ Control | 10 | Витамины 6 мл, эстрофан 2,5 мл/ Vitamins 6 ml, Oestrophan, 2,5 ml | Эстрофан 2,5 мл / Oestrophan, 2.5 ml | Сурфагон 2 мл, искусственное осеменение/ Surfagon 2 ml, artificial insemination | Искусственное осеменение/ artificial insemination |

Коровам опытной группы совместно со второй инъекцией эстрофана вводили внутримышечно раствор ультрадисперсных частиц SiO₂ (40,9 нм) в дозе 10 мкг/кг. Доза определена на основании данных исследований токсичности УДЧ SiO₂ (Мирошникова Е.П. и др., 2016). Навеску сухого вещества диоксида кремния суспензировали в стерильном 0,9 % растворе NaCl с помощью ультразвукового диспергатора (f-35 кГц, N-300 Вт, А-10 мкА) в течение 30 минут.

Обе группы коров были осеменены фронтально на 14-е и 15-е сутки опыта. Осеменение проводили глубокозамороженной спермой ректо-цервикальным способом. Также на 14-е сутки всем коровам была сделана инъекция сурфагона в дозе 2 мл внутримышечно для синхронизации овуляции.

Уровень ФСГ и ЛГ определяли в сыворотке крови подопытных животных при первой и второй инъекциях препаратов, а затем перед фронтальным осеменением. Для установления гормонального статуса у животных обеих групп проводили забор проб крови на 1-е, 11-е и 14-е сутки опыта. Полученную сыворотку замораживали и хранили при температуре -18 °С.

Контроль оплодотворяемости коров провели с помощью УЗИ-сканера.

Оборудование и технические средства. Определение уровня гормонов проводили в условиях Испытательного центра ЦКП ФНЦ БСТ РАН (аттестат аккредитации № RA.RU.21ПФ59 от 02.12.15) при помощи следующих наборов и оборудования: автоматический микропланшетный анализатор Infinite F200 PRO («Тесан», Австрия), набор реагентов для иммуоферментного определения фолликулостимулирующего гормона в сыворотке (плазме) крови "ФСГ-ИФА" (К 203) («Хема», Россия), набор реагентов для иммуоферментного определения лютеотропного гормона в сыворотке и плазме крови "ЛГ-ИФА" (К 202) («Хема», Россия). Ультразвуковая установка – диспергатор И100-6/840 («Инлаб», Россия).

Для определения стельности использовали УЗИ-сканер Easi-scan E4 128 («IMV imaging», Шотландия).

Статистическая обработка. 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≤0,05.

Результаты исследований.

Результаты осеменения оценивали с помощью УЗИ-сканера. Общая оплодотворяемость в опытной группе составила 70 % – 7 стельных (срок 3 месяца), 3 нестельных. В контрольной группе обнаружено стельных 6 голов (срок 3 месяца), нестельных – 4 головы, т. е. общая оплодотворяемость составила 60,0 %. Таким образом, у коров, получавших диоксид кремния в виде ультрадисперсных частиц, общая оплодотворяемость от фронтального осеменения превысила контрольную на 10,0 % (P≤0,05).

Результаты осеменения согласуются с данными по динамике гонадотропинов в организме.

Динамика уровня ФСГ и ЛГ у животных в нашем эксперименте представлена в таблице 2.

Таблица 2. Содержание ФСГ и ЛГ в сыворотке коров по периодам опыта, нг/мл
Table 2. The content of FSH and LH in serum of cows according to the periods of the experiment, ng / ml

| № коровы/ No cows | 1-е сутки/1 day | | 11-е сутки/ 11 day | | 14-е сутки/14 day | |
|---|-----------------|---------|--------------------|---------|-------------------|---------|
| | ЛГ/LH | ФСГ/FSH | ЛГ/LH | ФСГ/FSH | ЛГ/LH | ФСГ/FSH |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Контрольная группа/Control group | | | | | | |
| 1278 | 1,29 | 0,21 | 0,2 | 0,06 | 1,64 | 0,15 |
| 51147 | 3,55 | 0,12 | 2,3 | 0,23 | 4,84 | 0,26 |
| 3383 | 1,33 | 1,28 | 0,21 | 1,05 | 4,13 | 1,60 |
| 4134 | 0,73 | 0,17 | 2,01 | 0,14 | 2,83 | 0,14 |

Продолжение 2 таблицы

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|--|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 12171 | 2,46 | 0,16 | 1,36 | 0,11 | 2,33 | 0,12 |
| 21487 | 1,24 | 0,5 | 2,01 | 0,21 | 1,23 | 0,19 |
| 135 | 0,84 | 0,26 | 0,44 | 0,36 | 4,32 | 0,18 |
| 3116 | 2,02 | 0,41 | 0,18 | 0,64 | 0,89 | 0,37 |
| 51214 | 3,04 | 0,06 | 0,97 | 0,28 | 1,05 | 0,1 |
| 12140 | 0,96 | 0,11 | 2,39 | 0,2 | 4,09 | 0,16 |
| n = 10 | M±m = 1,75±0,31 | M±m = 0,33±0,114 | M±m = 1,21±0,29 | M±m = 0,33±0,095 | M±m = 2,74±0,478 | M±m = 0,35±0,151 |
| Опытная группа/Experimental group | | | | | | |
| 6229 | 2,23 | 0,12 | 0,73 | 0,18 | 2,47 | 0,1 |
| 134 | 5,73 | 0,09 | 3,11 | 0,23 | 1,45 | 0,13 |
| 12162 | 2,13 | 0,09 | 1,13 | 0,18 | 3,33 | 0,27 |
| 41102 | 0,19 | 5,34 | 0,71 | 0,2 | 4,0 | 0,44 |
| 1385 | 2,18 | 0,73 | 2,07 | 4,85 | 1,23 | 5,35 |
| 0387 | 0,27 | 0,39 | 3,22 | 0,93 | 3,97 | 0,4 |
| 21200 | 0,34 | 0,67 | 3,17 | 0,37 | 2,17 | 1,42 |
| 9142 | 1,9 | 0,23 | 1,78 | 0,57 | 1,82 | 0,21 |
| 5346 | 1,49 | 0,06 | 2,05 | 0,1 | 5,1 | 0,06 |
| 3140 | 2,89 | 0,24 | 1,68 | 0,18 | 1,51 | 0,21 |
| n=10 | M±m = 1,94±0,517 | M±m = 0,8±0,51 | M±m = 1,96±0,303 | M±m = 0,78±0,459 | M±m = 2,71±0,418 | M±m = 0,86±0,514 |

Из таблицы 2 следует, что у коров контрольной группы содержание ФСГ в крови в течение опыта практически не изменилось. Повышение уровня гормона перед осеменением составило 0,02 нг/мл (6,06 %). В опытной группе на 11-е сутки эксперимента уровень ФСГ понизился на 0,02 нг/мл (2,5 %), а на 14-е сутки повысился на 0,08 нг/мл (10,3 %). Значение разности недостоверно.

Важным показателем готовности фолликулов к овуляции является уровень ЛГ в организме животных.

Из таблицы 2 следует, что в контрольной группе уровень ЛГ на 14-е сутки опыта превышал исходный на 0,99 нг/мл (56,6 %). У коров опытной группы аналогичное превышение составило 0,77 нг/мл (39,7%), то есть меньше, чем в контроле. Однако к моменту осеменения коров значения уровня ЛГ пришли практически в одну точку.

Сопоставляя эти данные с динамикой уровня ФСГ, можно предположить, что у коров контрольной группы фолликулы в яичниках были недостаточно подготовлены к овуляции, поэтому, несмотря на одинаковый уровень ЛГ в крови коров обеих групп перед осеменением, оплодотворяемость у коров контрольной группы была ниже, чем в опытной группе.

Обсуждение полученных результатов

В реализации гормональной регуляции полового цикла самок решающее значение имеют динамика и соотношение ведущих гонадотропинов – ФСГ и ЛГ (Gabriel HG et al., 2011; Mohammedi A et al., 2019). В нашем исследовании уровень этих гормонов в сыворотке крови коров определяли перед началом синхронизации половой охоты, далее в период максимального развития жёлтых тел в яичниках и затем перед фронтальным осеменением.

Результаты исследований показали, что динамика ФСГ в сыворотке крови животных обеих групп аналогична, однако в опытной группе изменения в уровне гормонов более выражены, чем в контроле. При этом яичники оказываются более подготовленными к воздействию ЛГ. Содержание этого гормона в крови животных к моменту осеменения достигло одинаковых значений в кон-

трольной и опытной группах. Однако оплодотворяемость коров в опытной группе превысила контрольную на 10,0 %. Возможно, у животных, получавших диоксид кремния, произошёл более значительный выброс ФСГ и рецепторы яичников оказались более подготовлены к воздействию ЛГ. При этом овуляция у этих животных прошла более синхронно, что обусловило более высокую оплодотворяемость коров в опытной группе.

Выводы

1. При использовании УДЧ диоксида кремния в схеме синхронизации половой охоты коров оплодотворяемость от фронтального осеменения в опытной группе превысила таковую в контроле на 10,0 %.
2. Содержание ЛГ в сыворотке крови коров опытной и контрольной групп к моменту осеменения находилось практически на одном уровне.
3. У коров, не получивших диоксид кремния, изменения содержания ФСГ в организме были менее значительными. Предположительно, у этих животных фолликулы в яичниках были недостаточно подготовлены к овуляции, что послужило причиной более низкой оплодотворяемости коров в контрольной группе.

Исследования выполнены в соответствии с планом НИР на 2019-2021 гг. ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (№ 0761-2019-0006)

Литература

1. Зернаева Л.А. Воспроизводство крупного рогатого скота в России: состояние и пути улучшения // Молочная промышленность. 2013. № 7. С. 6-8. [Zernaeva LA. Reproduction of the cattle in Russia: situation and ways for improvement. Dairy Industry. 2013;7:6-8. (In Russ)].
2. О токсичности и прооксидантном эффекте наночастиц CeO₂ и SiO₂ (на модели *Danio rerio*) / Е.П. Мирошникова, Д.Б. Косян, А.Е. Аринжанов, Е.А. Сизова, В.В. Калашников // Сельскохозяйственная биология. 2016. № 51(6). С. 921-928. doi: 10.15389/agrobiology.2016.6.921eng [Miroshnikova EP, Kosyan DB, Arizhanov AE, Sizova EA, Kalashnikov VV. Assessment of general toxicity and prooxidant effects of CeO₂ and SiO₂ nanoparticles on *Danio rerio*. Sel'skokhozyaistvennaya Biologiya [Agricultural Biology]. 2016;51(6):921-928. doi: 10.15389/agrobiology.2016.6.921eng (In Russ)].
3. Ambrose DJ, Gobikrushanth M, Zuidhof S. Low-dose natural prostaglandin F_{2α} (dinoprost) at timed insemination improves conception rate in dairy cattle. Theriogenology. 2015;83(4):529-534. doi: 10.1016/j.theriogenology.2014.10.034
4. Chen L, Liu J, Zhang Y, Zhang G, Kang Y, Chen A, et al. The toxicity of silica nanoparticles to the immune system. Nanomedicine. 2018;13(15):1939-1962. doi: 10.2217/nmm-2018-0076
5. Dillon P, Berry DP, Evans RD, Buckley F, Horan B. Consequences of genetic selection for increased milk production in European seasonal pasture based systems of milk production. Livest Sci. 2006;99:141-158.
6. Dobson H, Smith R, Royal M, Knight C, Sheldon I. The high-producing dairy cow and its reproductive performance. Reprod Domest Anim. 2007;42(2):17-23. doi: 10.1111/j.1439-0531.2007.00906.x
7. Gabriel HG, Wallenhorst S, Dietrich E, Holtz W. The effect of prostaglandin F_{2α} administration at the time of insemination on the pregnancy rate of dairy cows. Anim Reprod Sci. 2011;123(1-2):1-4. doi: 10.1016/j.anireprosci.2010.11.010
8. Geary TW, Burns GW, Moraes JGN, Moss JI, Denicol AC, Dobbs KB, Ortega MS, Hansen PJ, Wehrman ME, Neibergs H, O'Neil E, Behura S, Spencer TE. Identification of beef heifers with superior uterine capacity for pregnancy. Biol Reprod. 2016;95(2):47. doi: 10.1095/biolreprod.116.141390
9. Lucy MC. Reproductive loss in high-producing dairy cattle: Where will it end? J Dairy Sci. 2001;84(6):1277-1293. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(01)70158-0
10. MacGregor RG, Casey NH. The effects of maternal calving date and calving interval on growth performance of beef calves. South African Journal of Animal Science. 2000;30(1):70-76.

11. Medina C, Santos-Martinez MJ, Radomski A, Corrigan OI, Radomski MW. Nanoparticles: Pharmacological and toxicological significance. *Br J Pharmacol.* 2007;150(5):552-558. doi: 10.1038/sj.bjp.0707130
12. Mohammadi A, Seifi HA, Farzaneh N. Effect of prostaglandin F2 α and GnRH administration at the time of artificial insemination on reproductive performance of dairy cows. *Vet Res Forum.* 2019;10(2):153-158. doi: 10.30466/vrf.2018.87502.2136
13. Patel GK, Haque N, Madhavatar M, Chaudhari AK, Patel DK, Bhalakiya N, Jamnesha N, Patel P, Kumar R. Artificial insemination: A tool to improve livestock productivity. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry.* 2017;SP1: 307-313.
14. Tada O, Masamha B, Gadzirayi CT. Efficacy of crestar (progesterone analogue) and prosolvin (prostaglandin analogue) in heat synchronization of indigenous smallholder dairy and commercial beef cows. *Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry.* 2010;9(2):385-394.
15. Walsh SW, Williams EJ, Evans ACO. A review of the causes of poor fertility in high milk producing dairy cows. *Anim Reprod Sci.* 2011;123(3-4):127-138. doi: 10.1016/j.anireprosci.2010.12.001
16. Wang R, Song B, Wu J, Zhang Y, Chen A, Shao LQ. Potential adverse effects of nanoparticles on the reproductive system. *Int J Nanomedicine.* 2018;13:8487-8506. doi: <https://doi.org/10.2147/IJN.S170723>

References

1. Zernaeva LA. Reproduction of the cattle in Russia: situation and ways for improvement. *Dairy Industry.* 2013;7:6-8.
2. Miroshnikova EP, Kosyan DB, Arizhanov AE, Sizova EA, Kalashnikov VV. Assessment of general toxicity and prooxidant effects of CEO₂ and SIO₂ nanoparticles on *Danio rerio*. *Sel'skokhozyaistvennaya Biologiya [Agricultural Biology].* 2016;51(6):921-928. doi: 10.15389/agrobiol.2016.6.921eng (*In Russ*).
3. Ambrose DJ, Gobikrushanth M, Zuidhof S. Low-dose natural prostaglandin F2 α (dinoprost) at timed insemination improves conception rate in dairy cattle. *Theriogenology.* 2015;83(4):529-534. doi: 10.1016/j.theriogenology.2014.10.034
4. Chen L, Liu J, Zhang Y, Zhang G, Kang Y, Chen A, et al. The toxicity of silica nanoparticles to the immune system. *Nanomedicine.* 2018;13(15):1939-1962. doi: 10.2217/nmm-2018-0076
5. Dillon P, Berry DP, Evans RD, Buckley F, Horan B. Consequences of genetic selection for increased milk production in European seasonal pasture based systems of milk production. *Livest Sci.* 2006;99:141-158.
6. Dobson H, Smith R, Royal M, Knight C, Sheldon I. The high-producing dairy cow and its reproductive performance. *Reprod. Domest. Anim.* 2007;42(2):17-23. doi: 10.1111/j.1439-0531.2007.00906.x
7. Gabriel HG, Wallenhorst S, Dietrich E, Holtz W. The effect of prostaglandin F(2 α) administration at the time of insemination on the pregnancy rate of dairy cows. *Anim Reprod Sci.* 2011;123(1-2):1-4. doi: 10.1016/j.anireprosci.2010.11.010
8. Geary TW, Burns GW, Moraes JGN, Moss JI, Denicol AC, Dobbs KB, Ortega MS, Hansen PJ, Wehrman ME, Neibergs H, O'Neil E, Behura S, Spencer TE. Identification of beef heifers with superior uterine capacity for pregnancy. *Biol Reprod.* 2016;95(2):47. doi: 10.1095/biolreprod.116.141390
9. Lucy MC. Reproductive loss in high-producing dairy cattle: Where will it end? *J Dairy Sci.* 2001;84(6):1277-1293. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(01)70158-0
10. MacGregor RG, Casey NH. The effects of maternal calving date and calving interval on growth performance of beef calves. *South African Journal of Animal Science.* 2000;30(1):70-76.
11. Medina C, Santos-Martinez MJ, Radomski A, Corrigan OI, Radomski MW. Nanoparticles: Pharmacological and toxicological significance. *Br J Pharmacol.* 2007;150(5):552-558. doi: 10.1038/sj.bjp.0707130
12. Mohammadi A, Seifi HA, Farzaneh N. Effect of prostaglandin F2 α and GnRH administration at the time of artificial insemination on reproductive performance of dairy cows. *Vet Res Forum.* 2019;10(2):153-158. doi: 10.30466/vrf.2018.87502.2136

13. Patel GK, Haque N, Madhavatar M, Chaudhari AK, Patel DK, Bhalakiya N, Jamnesha N, Patel P, Kumar R. Artificial insemination: A tool to improve livestock productivity. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 2017;SP1: 307-313.

14. Tada O, Masamha B, Gadzirayi CT. Efficacy of crestar (progesterone analogue) and prosolvin (prostaglandin analogue) in heat synchronization of indigenous smallholder dairy and commercial beef cows. *Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry*. 2010;9(2):385-394.

15. Walsh SW, Williams EJ, Evans ACO. A review of the causes of poor fertility in high milk producing dairy cows. *Anim Reprod Sci*. 2011;123(3-4):127-138. doi: 10.1016/j.anireprosci.2010.12.001

16. Wang R, Song B, Wu J, Zhang Y, Chen A, Shao LQ. Potential adverse effects of nanoparticles on the reproductive system. *Int J Nanomedicine*. 2018;13:8487-8506. doi: <https://doi.org/10.2147/IJN.S170723>

Христиановский Павел Игоревич, доктор биологических наук, доцент, главный научный сотрудник отдела технологии мясного скотоводства и производства говядины, Федеральный научный центр биосистем и агротехнологий Российской академии наук», ул. 9 Января, 29, Оренбург, 460000, Россия, тел.: 8(3532)30-81-78, сот.: 8-987-781-42-69, e-mail: paor1953@bk.ru

Платонов Станислав Андреевич, специалист отдела технологии мясного скотоводства и производства говядины, Федеральный научный центр биосистем и агротехнологий Российской академии наук, 460000, ул. 9 Января, 29, Оренбург, тел.: 8(3532)30-81-78, e-mail: Platonstas1994@mail.ru

Поступила в редакцию 11 июня 2020 г.; принята после решения редколлегии 15 июня 2020 г.; опубликована 8 июля 2020 г./ Received: 25 May 2020; Accepted: 15 June 2020; Published: 8 July 2020