

УДК 631.152:658.012.011.56:636.22/.28.082.45  
<https://doi.org/10.56619/2078-7138-2024-164-4-43-48>

## ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ВОСПРОИЗВОДСТВОМ СТАДА

Д.А. Григорьев,

зав. каф. технологий и механизации животноводства и переработки сельскохозяйственной продукции БГАТУ,  
канд. техн. наук, доцент

В.С. Журко,

зам. декана инженерно-технологического факультета ГГАУ

С.Ю. Щербатюк,

декан факультета бухгалтерского учета ГГАУ, канд. экон. наук, доцент

*В статье дана оценка технико-экономической эффективности внедрения новых принципов адаптивного управления воспроизводством стада, основанных на анализе хозяйственно-биологических параметров животных, измеренных с использованием возможностей нового отечественного и зарубежного оборудования для идентификации и мониторинга физиологического состояния коров. Новые принципы разработаны на основании результатов производственных исследований, направленных на повышение эффективности искусственного осеменения, а также снижение негативного влияния раннего и позднего осеменений на выход телят и физиологическое состояние животных. Анализ производственно-экономической деятельности молочной отрасли сельскохозяйственного предприятия показал, что внедрение новых принципов управления обеспечило улучшение показателей и повышение технико-экономической эффективности воспроизводства стада на исследуемой молочно-товарной ферме.*

*Ключевые слова: технико-экономическая эффективность, управление воспроизводством, хозяйственно-биологические параметры, осеменение, системы мониторинга физиологического состояния коров.*

*The article evaluates the technical and economic efficiency of the introduction of new principles of adaptive management of herd reproduction based on the analysis of economic and biological parameters of animals that have been measured using the capabilities of new domestic and foreign equipment for identification and monitoring of the physiological state of cows. The new principles are developed based on the results of production research aimed at increasing the efficiency of artificial insemination, as well as reducing the negative impact of early and late insemination on calf yield and physiological condition of animals. The analysis of production and economic activity of the dairy sector of the enterprise has shown that the introduction of new management principles has ensured the improvement of indicators and increase of technical and economic efficiency of herd reproduction on the studied farm.*

*Key words: technical and economic efficiency, herd management, economic and biological parameters, insemination, systems for measuring and monitoring the physiological state of cows.*

### Введение

Для определения эффективности производства молока на современной молочно-товарной ферме (МТФ) необходима комплексная оценка по ряду технологических, технических и экономических показателей. К технологическим показателям относятся – продуктивность скота, затраты корма на единицу продукции, объемы валового производства молока, затраты ресурсов на проведение технологических процессов. В качестве экономических показателей рассматривают – себестоимость единицы продукции, уровень рентабельности производства, сроки окупаемости инвестиций. Технические показатели отражают эффективность использования функциональных возможностей и

ресурса нового оборудования. Данные показатели могут использоваться в качестве критериев экономической оценки принятых технологических и управленческих решений с описанием процессов в их динамике [1].

Техническое обеспечение современных молочно-товарных ферм характеризуется физической принадлежностью программного комплекса управления стадом, систем идентификации и мониторинга физиологического состояния коров к выпускаемому оборудованию [2]. Наибольшие резервы эффективности кроются в использовании информационных технологий и систем, которые позволяют реализовать принципиально новые возможности традиционных технологических решений на базе существующей техники.

Управление фермой с использованием принципов точного животноводства включает в себя разработку зоотехнических мероприятий на основе результатов автоматического измерения и анализа актуальной информации о динамике показателей физиологического состояния животных [3, 4]. Такой подход исключает ошибки, свойственные ручному вводу данных, позволяет организовать круглосуточный мониторинг стада и управлять отклонениями от нормы или от средних по стаду показателей. Эффективное операционное управление, направленное на реализацию принятых по результатам анализа полученной информации технологических решений, позволяет повысить прибыль сельскохозяйственного предприятия и существенно увеличить срок продуктивного использования животных [5].

Ключевой проблемой отрасли молочного животноводства является поиск оптимального решения задач по одновременному повышению продуктивности, улучшению показателей воспроизводства и увеличению срока хозяйственного использования коров [6]. В Республике Беларусь данное научное направление разрабатывалось в рамках государственных программ и исследовалось научными коллективами под руководством ведущих ученых в области молочного животноводства – Шейко И.П., Богдановича Д.М., Гавриченко Н.И., Кузьмича Р.Г. и других.

Оценка эффективности управления стадом предполагает временной и пространственный, количественный и качественный анализ полученной информации на основе системы технико-экономических показателей. При этом основным инструментом повышения эффективности является адаптивность технических систем, технологических процессов, управленческих и организационных решений к индивидуальным и групповым физиологическим особенностям и эволютическим реакциям животных [7].

Целью данной работы является оценка технико-экономической эффективности производственной апробации и внедрения новых принципов адаптивного управления стадом, направленных на улучшение показателей воспроизводства и создание условий для увеличения сроков продуктивного хозяйственного использования коров стада.

### Основная часть

Исследования выполнялись в учебно-опытном СПК «Путришки» Гродненского района на базе молочно-товарной фермы «Заболоть». Опыты проводились на коровах голштинской породы молочного скота отечественной селекции, не имеющих заболеваний половой системы и молочной железы, которые содержались в секции чеха раздоя и осеменения фермы с беспривязным содержанием и имели статус готовности к осеменению, присваиваемый компьютерной программой после установленного периода инволюции. Кормление коров осуществлялось полнорационной кормосмесью на протяжении всего года. Измерение хозяйственно-биологических параметров, анализ полученных данных и принятие

технологических и управленческих решений осуществлялись параллельно, при помощи разработанной в РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» системы идентификации и контроля физиологического состояния животных (ИКФС) производства ООО «Полиэфир АГРО» (Беларусь) с программным обеспечением «Майстар 2.0» и системы «Heatime» (SCR by Allflex, Израиль) с программным обеспечением «Data Flow II». Регистрация половой охоты осуществлялась автоматически по результатам измерения параметров двигательной активности и руминации коров. Достоверность выявления половой охоты подтверждалась путем сравнения показаний обеих систем, а также дополнительным визуальным наблюдением за животными специалистом по искусственному осеменению. Однократное искусственное осеменение осуществлялось через 8-14 часов после того, как системами было зафиксировано совпадение положительного пика двигательной активности и отрицательного пика руминации. Повторное осеменение проводилось в случае регистрации системами в период от 18 до 25 дней после первого осеменения и изменения параметров, свидетельствующих о половом возбуждении, при наличии визуальных признаков половой охоты. Диагностика стельности выполнялась на 35-40 день после осеменения методом ультразвукового исследования. На 85-90 день после осеменения проводилось ректальное исследование. В отраслевой научно-исследовательской лаборатории «АгроВет» Гродненского государственного аграрного университета был сделан анализ показателей качества молока. Результаты исследования обрабатывались при помощи пакета программ Microsoft Office Excel методом вариационной статистики П.Ф. Рокницкого.

Опыты проходили параллельно с исследованием по адаптивному управлению лактацией коров. Управление осеменением осуществлялось с учетом характера лактационной деятельности животных в прошлую лактацию. При условии стабильного роста продуктивности в текущей лактации для коров, у которых в предыдущей лактации наблюдалась высокая устойчивая лактационная кривая, осеменение проводилось в более поздние сроки. Наилучший результат по продуктивности имели животные с консолидированным сервис периодом, составляющим 90-110 дней, молочная продуктивность которых на протяжении трех лактаций была на 5,5-28,8 % выше, чем у животных, осемененных в более ранние и поздние сроки [8-10].

Применение параметров двигательной активности и руминации в качестве маркеров стельности [11], оценка характера лактационных кривых [8], точное выявление половой охоты [12], выбор времени проведения искусственного осеменения с учетом определения сочетания положительного пика двигательной активности с отрицательным пиком руминации [9, 10] позволили обосновать принципы адаптивного управления воспроизводством стада коров и более полно реализовать их генетический потенциал.

Наблюдение за результатами производственно-экономической деятельности фермы осуществлялось в течение трех лет после внедрения новых принципов управления воспроизводством стада, которые реализуются с использованием данных учета и контроля двигательной активности, руминации, молочной продуктивности и характера лактационной кривой в текущей и предыдущих лактациях, полученных при помощи автоматизированных систем для измерения хозяйственно-биологических параметров коров. Менеджмент фермы в 2020 году столкнулся с типичной для большинства молочно-товарных ферм и комплексов проблемой, когда рост продуктивности отрицательно коррелирует с показателями воспроизводства. Очевидно, что с увеличением удоев растет технологическая нагрузка на организм животных, снижается уровень их фертильности. Проведенные исследования показывают, что раннее осеменение в первую и вторую охоты, к которому часто прибегают специалисты, негативно сказывается на производственных показателях и сроках хозяйственного использования коров. В то же время увеличение сервис периода для высокопродуктивных коров приводит к снижению эффективности выявления половой охоты традиционным способом.

На рисунке 1 приведена динамика изменения выхода телят на 100 коров в год. Как видно из рисунка 1, внедрение предлагаемых принципов управления осеменением с использованием возможностей автоматизированных систем и программного обеспечения позволило создать условия для поступательного роста основного показателя воспроизводства.

За время проведения производственной апробации на молочно-товарной ферме «Заболоть» среднегодовой выход телят увеличился на 23,18 % (с неприемлемого для нормальной работы фермы значения – 69 гол. до 85 гол. на 100 коров). В течение того же периода в СПК «Путришки» выход телят на 100 коров увеличился только на 5 % (с 80 до 84 гол.).

На рисунке 2 приведена динамика изменения продуктивности коров.

Как видно из рисунка 2, применяемые принципы управления осеменением не оказали отрицательного влияния на продуктивность коров стада. Напротив, поступательный рост продуктивности на исследуемой ферме был более стабильным по сравнению с общими показателями СПК «Путришки». Средний удой на корову за период производственной апробации увеличился на 28,31 % (с 8340,72 кг до 10701,78 кг в год). При этом темпы роста продуктивности на исследуемой ферме были выше, чем в среднем по СПК «Путришки», где средний удой на корову увеличился на 21,09 % (с 8850,49 кг до 10717,28 кг от коровы в год).

На рисунке 3 приведена статистика расхода сперматозоидов на одно плодотворное осеменение.

Как видно из рисунка 3, среднее количество сперматозоидов, затраченных на одно плодотворное осеменение на МТФ «Заболоть», в течение всего периода наблюдений было меньше, чем в среднем по сельскохозяйственному предприятию. Очевидно, что с первых дней использования систем, эффективность

выявления охоты и определения точного времени осеменения коров стала выше, чем на других фермах СПК «Путришки». За время проведения

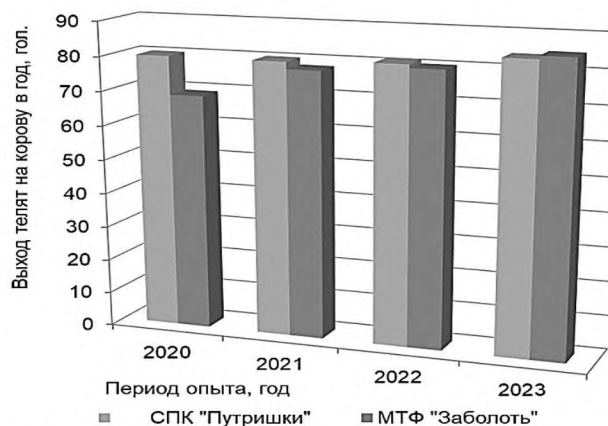


Рисунок 1. Среднегодовой выход телят на 100 коров

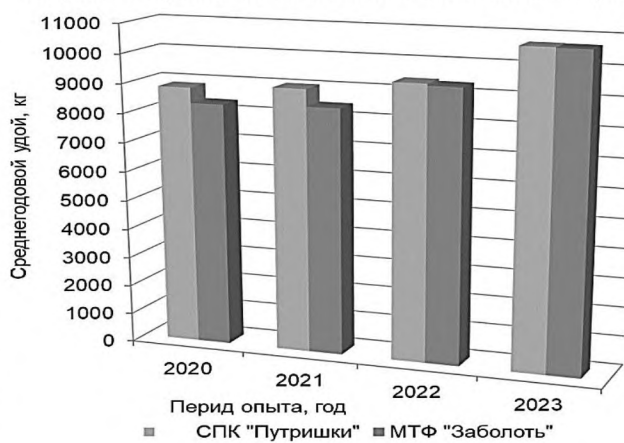


Рисунок 2. Среднегодовой удой на корову

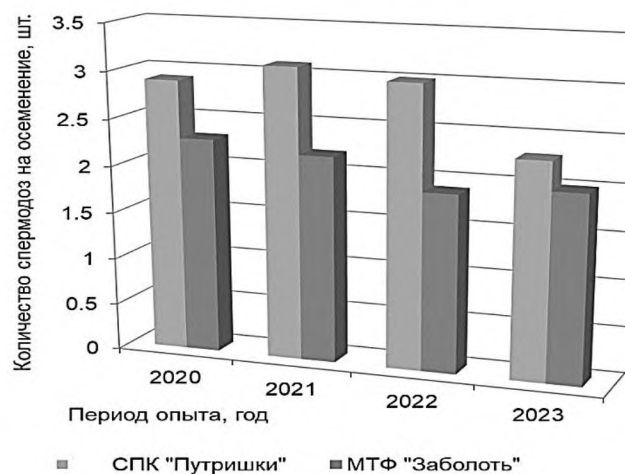


Рисунок 3. Количество сперматозоидов на одно плодотворное осеменение

наблюдений количество сперматозоидов, использованных на одно плодотворное осеменение, снизилось на исследуемой ферме на 30 %, а в целом по сельскохозяйственному предприятию на протяжении первых

двух лет наблюдений оставалось на высоком уровне и снизилось на 26,09 %. В течение последнего года наблюдений с использованием опыта, полученного на МТФ «Заболоть», было обеспечено снижение данного показателя по СПК «Путришки» на 34,78 % относительно первоначального среднего значения. В то же время достичь полученных показателей в целом по хозяйству не удалось. Среднее количество спермодоз, затраченных на одно плодотворное осеменение, в 2023 г. по предприятию составило 2,3 дозы, что на 0,3 дозы выше, чем на исследуемой ферме.

Увеличение выхода телят при одновременном повышении молочной продуктивности и снижении количества затраченных спермодоз на одно плодотворное осеменение достигается за счет организации адаптивного управления воспроизводством, основанного на измерении и анализе двигательной активности и руминации, прыжков, среднесуточного удоя и других хозяйственно-биологических параметров системами идентификации и контроля физиологического состояния животных. В результате производственной апробации новых принципов адаптивного управления воспроизводством стада коров были получены следующие технико-экономические показатели (табл. 1).

К 2023 г. на молочно-товарной ферме «Заболоть» достигнут рост на 1,19 % делового выхода телят на 100 коров (+ 1 гол.) по сравнению со средним уровнем по сельскохозяйственному предприятию, что обеспечивает увеличение делового выхода телят для дойного стада фермы (450 гол.) на 4,5 теленка, а в целом по стаду СПК «Путришки» потенциал составляет 12,15 гол. на 100 коров в год. При средней живой массе одной головы приплода – 38,90 кг прирост для фермы и в целом по сельскохозяйственному предприятию составляет – 176 и 472,63 кг соответственно. При этом уровень молочной продуктивности по МТФ «Заболоть» был не ниже среднего по СПК «Путришки» и составил 10,7 т на корову в год.

Применение новых принципов организации искусственного осеменения позволило снизить расходы на осеменение (количество спермодоз) по сравнению со средним уровнем по сельскохозяйственному предприятию на 1,46 дозы на 1 гол. дойного стада (40,96 %). В расчете на одну гол. приплода количество доз составило 1,66 (на 41,83 % ниже, чем в среднем по СПК «Путришки»). В результате на 1 т молока приходится 0,19 дозы, что ниже среднего уровня по сельскохозяйственному предприятию на 40,88 %. В результате доля расходов на осеменение в общей сумме затрат по МТФ «Заболоть» составила 3,40 руб. на 1 тыс. руб., что на 7,45 % ниже, чем в среднем по СПК «Путришки». Только за счет изменения структуры затрат получена экономия или дополнительный прирост прибыли в сумме 2,27 тыс. руб.

По итогам внедрения новых принципов адаптивного управления воспроизводством на исследуемой молочно-товарной ферме «Заболоть» за счет роста

продуктивности стада, экономии затрат кормов, труда и спермы на осеменение общие затраты на содержание скота в расчете на 1 гол. дойного стада и на 1 т молока снижены на 6,04 % и 5,90 % соответственно. Потенциал экономии затрат кормов в расчете на 1 гол. дойного стада и на 1 т молока составляет 382,36 и 34,63 к. ед., что, соответственно, на 4,71 % и 4,57 % ниже среднего уровня по сельскохозяйственному предприятию. Экономия затрат труда по ферме на 1 гол. дойного стада и на 1 т молока составила 13,87 чел.-ч (18,61 %) и 1,29 чел.-ч (18,50 %) соответственно.

Очевидно, что указанный рост показателей производственно-экономической деятельности обеспечен за счет комплексной реализации ряда мероприятий и зависит от многих технологических, организационных и экономических факторов. Однако статистически достоверные результаты проведенных по стандартным методикам производственных опытов [8-10] подтверждают объективность представленной оценки технико-экономической эффективности применения новых принципов адаптивного управления воспроизводством стада на исследуемой ферме.

### Заключение

1. Использование систем мониторинга физиологического состояния коров для измерения и анализа динамики двигательной активности, руминации и других параметров животных повысило эффективность выявления половой охоты и позволило точно определять оптимальное время для искусственного осеменения, что обеспечило увеличение выхода телят с 69 до 85 гол. на 100 коров при одновременном сокращении расхода семени на одну гол. приплода на 41,83 %.

2. Реализация адаптивных к физиологическим особенностям и этологическим реакциям животных принципов управления воспроизводством и лактацией коров позволила увеличить молочную продуктивность коров на исследуемой МТФ на 28,3 %, что на 7,2 % выше, чем в среднем по сельскохозяйственному предприятию.

3. Увеличение основных показателей производственной деятельности молочно-товарной фермы подтверждает эффективность новых принципов управления стадом, направленных на одновременное улучшение показателей воспроизводства, повышение продуктивности и создание условий для увеличения срока хозяйственного использования коров, что способствует более полной реализации генетического потенциала животных, снижению доли затрат и приросту дополнительной прибыли.

4. Результаты оценки технико-экономической эффективности принципов адаптивного управления воспроизводством стада свидетельствуют о целесообразности их использования на молочно-товарных фермах.

**Таблица 1. Показатели технико-экономической эффективности адаптивного управления воспроизводством стада коров**

Показатели	Год	Затраты всего, руб.		Затраты кормов, к. ед.		Затраты труда, чел.-ч		Затраты спермы (на осеменения), доз			Деловой выход телят на 100 коров, гол.	Средний вес одной головы приплода, кг	Среднегодовой удой, т/гол	Доля расходов на осеменение в общей сумме затрат
		на одну голову дойного стада	на 1 т молока	на одну голову дойного стада	на 1 т молока	на одну голову дойного стада	на 1 т молока	на одну голову дойного стада	на 1 голову приплода	на 1 т молока				
МТФ "Заболоть"	2020	4783,98	573,57	6022,89	722,11	79,79	9,57	2,39	2,19	0,29	69,00	38,40	8,34	0,0039
	2021	5541,46	656,97	7160,47	848,92	63,06	7,48	2,29	1,87	0,27	78,00	40,11	8,43	0,0037
	2022	5643,15	605,08	7418,61	795,46	52,06	5,58	1,99	1,79	0,21	80,00	39,19	9,33	0,0035
	2023	6565,38	613,48	7742,64	723,49	60,63	5,67	2,10	1,66	0,19	85,00	39,12	10,70	0,0034
В среднем по СПК «Путришки»	2020	4736,04	535,12	6221,22	702,92	77,95	8,81	4,39	3,77	0,50	80,00	37,38	8,85	0,0050
	2021	5591,62	620,73	7356,22	816,62	69,66	7,73	4,73	3,78	0,53	80,00	38,41	9,01	0,0052
	2022	5593,84	595,87	7472,74	796,02	67,96	7,24	4,59	3,97	0,49	81,00	38,47	9,39	0,0055
	2023	6987,34	651,97	8125,00	758,12	74,50	6,95	3,56	2,85	0,33	84,00	38,90	10,72	0,0036
Отклонения МТФ "Заболоть" от среднего по СПК «Путришки», %	2020	1,01	7,19	-3,19	2,73	2,36	8,62	-45,33	-42,02	-41,99	-13,75	2,73	-5,76	-21,48
	2021	-0,90	5,84	-2,66	3,96	-9,48	-3,33	-51,62	-50,57	-48,34	-2,50	4,43	-6,36	-28,39
	2022	0,88	1,55	-0,72	-0,07	-23,40	-22,89	-56,58	-54,96	-56,30	-1,23	1,89	-0,65	-37,22
	2023	-6,04	-5,90	-4,71	-4,57	-18,61	-18,50	-40,96	-41,83	-40,88	1,19	0,57	-0,14	-7,45

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ  
ИСТОЧНИКОВ

1. Улезько, А.В. Планирование в системе управления производством молока / А.В. Улезько, А.С. Ясаков // Вестник Воронежского гос. аграрного университета. – 2013. – № 3 (38). – С. 179-187.
2. Механико-информационная технология доения коров и управления стадом / В.О. Китиков [и др.] // Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве: сборник науч. статей Междунар. науч.-практич. конф., Минск, 24-25 ноября 2022 г. – Минск: БГАТУ, 2022. – С. 45-48.
3. Field testing of iot devices for livestock monitoring using wireless sensor network, near field communication and wireless power transfer / L. T. Beng [et al.] // 4th Annual IEEE Conference on Technologies for Sustainability, Phoenix, 9-11 October 2016. – Phoenix, 2016. – P. 169-173.
4. Opportunistic wireless networking for smart dairy farming / С. Kulatunga [et al.] // IT Professional. – 2017. – Vol. 19, issue 2. – P. 16-23.
5. Суханова, С. Идентификация MPC. Современные технологии и преимущества использования / С. Суханова [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/identifikatsiya-mrs-sovremennye-tehnologii-i-preimuschestva-ispolzovaniya>. – Дата доступа: 24.07.2024.
6. Республиканский семинар-совещание о развитии животноводства [Электронный ресурс] // Официальный Интернет-портал Президента Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://president.gov.by/ru/events/respublikanskiy-seminar-soveshchanie-o-razviti-i-zhivotnovodstva>. – Дата доступа: 22.09.2023.
7. Bello, N.M. Invited review: milk production and reproductive performance: modern interdisciplinary insights into an enduring axiom // N.M. Bello, J.S. Stevenson, R.J. Tempelman // Journal of Dairy Scienc. – 2012. – Vol. 95, issue 10. – P. 5461-5475.
8. Журко, В.С. Влияние сроков искусственного осеменения первотелок на показатели их молочной продуктивности и характер лактационной кривой / В.С. Журко // Ученые записки Витебской гос. академии ветеринарной медицины. – 2024. – Т. 60, вып. 1. – С. 66-70.
9. Журко, В.С. Управление воспроизводством и оценка влияния сроков искусственного осеменения на показатели молочной продуктивности и характер лактационной кривой коров второй лактации / В.С. Журко, Д.А. Григорьев // Ученые записки Витебской гос. академии ветеринарной медицины. – 2024. – Т. 60, вып. 1. – С. 70-75.
10. Григорьев, Д.А. Управление сервис-периодом с использованием систем идентификации и мониторинга физиологического состояния в организации искусственного осеменения коров / Д.А. Григорьев, В.С. Журко // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства: сборник науч. трудов / Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь; Белорусская гос. сельскохозяйственная академия. – Горки: БГСХА, 2024. – Вып. 27. – Ч. 2. – С. 153-160.
11. Журко, В.С. Двигательная активность и руминация как маркеры стельности коров / В.С. Журко // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства: сборник науч. трудов / Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь; Белорусская гос. сельскохозяйственная академия. – Горки: БГСХА, 2024. – Вып. 27. – Ч. 2. – С. 161-169.
12. Журко, В.С. Сравнение систем учета хозяйственно-биологических параметров коров при определении половой охоты / В.С. Журко, Д.А. Григорьев, К.В. Король // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сборник науч. трудов / Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь; Гродненский гос. аграрный ун-т. – Гродно, 2022. – Т. 56: Зоотехния. – С. 54-64.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 05.08.2024