

Т.П. Лобова
В.В. Михайлова
А.Н. Скворцова
М.С. Шишкина ✉

Федеральный центр охраны здоровья
животных Москва, Россия

✉ m.belyaeva@rambler.ru

Поступила в редакцию:
20.08.2023

Одобрена после рецензирования:
10.01.2024

Принята к публикации:
30.01.2024

Research article

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-379-2-48-52

Tatyana P. Lobova
Vera V. Mikhailova
Anastasia N. Skvortsova
Mariya S. Shishkina ✉

Federal Center for Animal Health, Moscow,
Russia

✉ m.belyaeva@rambler.ru

Received by the editorial office:
20.08.2023

Accepted in revised:
10.01.2024

Accepted for publication:
30.01.2024

Верификация тест-системы для выявления антител к вирусу диареи крупного рогатого скота иммуноферментным методом «ВД КРС — СЕРОТЕСТ плюс»

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Сельскохозяйственные предприятия Российской Федерации с интенсивным ведением животноводства ежегодно сталкиваются с проблемой респираторно-кишечной патологии, особенно у молодняка. Это влечет за собой большие экономические потери. В возникновении данной проблемы у животных вирусная диарея крупного рогатого скота занимает одно из ведущих мест. Актуальность проблемы заключается в большом экономическом ущербе, который складывается из-за рождения нежизнеспособного потомства, гибели новорожденного молодняка, развития различных форм пневмоний, снижения продуктивности, нарушения функции воспроизводства животных, а также в расходах на проведение профилактических, карантинных и ликвидационных мероприятий. Достоверная лабораторная диагностика позволяет правильно выстроить стратегию борьбы с заболеванием. В статье представлены результаты верификации тест-системы для выявления антител к вирусу диареи крупного рогатого скота иммуноферментным методом «ВД КРС — СЕРОТЕСТ плюс»

Методы. Оценка диагностической значимости тест-системы проводили по показателям чувствительности, специфичности и прецизионности в условиях повторяемости и воспроизводимости.

Результаты. Коэффициент вариации (CV) для иммуноферментного метода составил от 1,9 до 11,2%, что свидетельствует о хорошей сходимости результатов в условиях внутрилабораторной прецизионности в условиях повторяемости и воспроизводимости.

Ключевые слова: вирусная диарея крупного рогатого скота, метод иммуноферментного анализа, реакция нейтрализации, верификация тест-системы

Для цитирования: Лобова Т.П., Михайлова В.В., Скворцова А.Н., Шишкина М.С. Верификация тест-системы для выявления антител к вирусу диареи крупного рогатого скота иммуноферментным методом «ВД КРС — СЕРОТЕСТ плюс». *Аграрная наука.* 2024; 379(2): 48–52.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-379-2-48-52>

© Лобова Т.П., Михайлова В.В., Скворцова А.Н., Шишкина М.С.

Verification of a test system for detecting antibodies to bovine diarrhea virus using the enzyme immunoassay method «Cattle VD — SEROTEST plus»

ABSTRACT

Relevance. Agricultural enterprises of the Russian Federation with intensive livestock farming are annually faced with the problem of a respiratory-intestinal nature, especially in young animals. This entails large losses. As a result of problems arising in animals, viral diarrhea of cattle occupies one of the leading places. The urgency of the problem lies in the large economic damage that occurs due to the birth of non-viable offspring, the death of newborn young animals, the development of various forms of pneumonia, decreased productivity, dysfunction of animal reproduction, as well as the costs of carrying out preventive, quarantine and liquidation measures. Reliable laboratory diagnostics allows you to correctly build a strategy to combat the disease. The article presents the results of verification of a test system for detecting antibodies to bovine diarrhea virus using the enzyme immunoassay method “Cattle VD — SEROTEST plus”.

Methods. The diagnostic significance of the test system was assessed according to the indicators of sensitivity, specificity and precision under conditions of repeatability and reproducibility.

Results. The coefficient of variation (CV) for the enzyme-linked immunosorbent assay ranged from 1.9 to 11.2%, indicating good consistency of results with intra-laboratory precision under conditions of repeatability and reproducibility.

Key words: bovine viral diarrhea, enzyme immunoassay method, neutralization reaction, test system verification

For citation: Lobova T.P., Mikhailova V.V., Skvortsova A.N., Shishkina M.S. Verification of a test system for detecting antibodies to bovine diarrhea virus using the enzyme immunoassay method “Cattle VD - SEROTEST plus”. *Agrarian science.* 2024; 379(2): 48–52 (in Russian).

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-379-2-48-52>

©Lobova T.P., Mikhailova V.V., Skvortsova A.N., Shishkina M.S.

Введение/Introduction

Развитие промышленного животноводства в Российской Федерации обострило проблему респираторно-кишечной патологии, особенно у молодняка крупного рогатого скота. Ежегодно по этой причине гибнут до 40% телят в возрасте от одного до шести месяцев [1]. Одним из факторов больших экономических потерь в животноводстве является широкое распространение вируса вирусной диареи крупного рогатого скота (ВД КРС). Экономический ущерб складывается из снижения удоя у коров, потери продуктивности, гибели новорожденного молодняка, рождения нежизнеспособного потомства, развития различных форм пневмоний, нарушения функции воспроизводства животных, а также из значительных расходов на проведение лечебных, профилактических, карантинных и ликвидационных мероприятий [2–4]. Также вирус вирусной диареи является сильнейшим иммуносупрессором [5].

Важнейшей задачей в недопущении распространения этой инфекции остается своевременная постановка диагноза, который устанавливают на основании эпизоотологических, клинических, патологоанатомических и лабораторных исследований.

Одним из методов диагностики вирусной диареи ВД КРС является иммуноферментный анализ (ИФА)¹ [6]. «Золотым стандартом» для диагностики болезни остается реакция нейтрализации (РН) в культуре клеток [7, 8]. Однако данный метод требует больших трудозатрат и используется в основном в научно-исследовательских институтах [9–11].

Специалисты ВНИИЗЖ² на регулярной основе проводят испытания диагностических тест-систем, представленных на российском рынке.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Выявление антител к вирусу ВД КРС методом ИФА проводили в 2023 году тест-системой «ВД КРС — СЕРО-ТЕСТ плюс» производством ООО «Ветбиохим» (г. Москва, Россия) согласно инструкции производителя.

В рамках выполнения данной работы проведена верификация тест-системы для выявления антител к ВД КРС иммуноферментным методом «ВД КРС — СЕРО-ТЕСТ плюс» по критериям чувствительность, специфичность, повторяемость, воспроизводимость.

Верификацию тест-системы проводили в соответствии с рекомендациями МЭБ³ [13, 14].

Реакцию нейтрализации ставили согласно методическим рекомендациям⁴. РН проводили в перевиваемой культуре клеток ПТ-80 (почка теленка) с рабочей дозой 300–350 ТЦД₅₀/мл. Титр вируса рассчитывали по методу Рида и Менча⁵ и выражали в IgТЦД₅₀/мл. Исходный титр вируса составлял 5,5 IgТЦД₅₀/мл. За диагностический титр принимали разведение сыворотки 1:16 и выше [15].

Критерий повторяемости определяли с помощью одного оператора в пяти параллельных исследованиях на одном и том же оборудовании⁶.

Прецизионность в условиях воспроизводимости проводили в разные дни на одном оборудовании двумя операторами⁷.

Чувствительность тест-системы устанавливали, используя референтные сыворотки крови производства фирмы IDvet (Франция), содержащие антитела к вирусу ВД — А1, А2, А3.

Специфичность определяли с референтными сыворотками крови КРС производства фирмы IDvet (Франция), не содержащими антитела к вирусу ВД — А4, А5 (сыворотка крови, содержащая антитела к вирусу инфекционного ринотрахеита КРС).

Также исследовали 1000 полевых образцов сыворотки крови КРС, из которых 360 проб не содержат антитела к ВД КРС, но положительные к другим респираторно-кишечным инфекциям, и 640 проб от инфицированных вирусом ВД КРС и вакцинированных животных, ранее проверенных референтными методами ВОЗЖ (Всемирная организация здоровья животных)⁸ и в реакции РН.

Для оценки прецизионности в условиях повторяемости и воспроизводимости вычисляли стандартное отклонение SD (или S) и коэффициент вариации CV по следующим формулам:

$$S = \sqrt{\frac{\sum n_{i-1}(x - \bar{x})^2}{n - 1}},$$

$$CV = S/\bar{X} \times 100\%,$$

где \bar{X} — среднее арифметическое значение всех определений, S — стандартное отклонение, n — общее число измерений.

Провели сравнение полученных результатов исследования сывороток крови методами РН и ИФА. Определили сопоставимость результатов исследования 1000 проб сывороток крови по расчету диагностической чувствительности [8].

$$ДЧ = \text{ИП} / (\text{ИП} + \text{ЛО}) \times 100\%,$$

где ДЧ — диагностическая чувствительность, ИП — истинно положительные результаты теста, ЛО — ложно отрицательные результаты теста.

Диагностическую специфичность рассчитывали по формуле:

$$ДС = \text{ИО} / (\text{ИО} + \text{ЛП}) \times 100\%,$$

где ДС — диагностическая специфичность, ИО — истинно отрицательные результаты теста, ЛП — ложноположительные результаты теста.

¹ Стратегии борьбы с вирусной диареей КРС: экспертное мнение. Аграрная наука. 2019; (1): 14–16. <https://www.elibrary.ru/yvtret>

² <https://www.arriah.ru>

³ OIE. Terrestrial Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals (Mammals, Birds and Bees). Validation Guidelines 3.6.1. Development and optimisation of antibody detection assay. Paris, France. 2014. — URL: http://www.oie.int/fileadmin/Home/eng/Health_standards/tahm/GUIDELINE_3.6.1_ANTIBODY_DETECT.pdf

⁴ Методические рекомендации по постановке реакции нейтрализации микрометодом в перевиваемых культурах клеток ПТ-80, КСТ для обнаружения антител к вирусу вирусной диареи — болезни слизистых оболочек крупного рогатого скота (утв. ФГБУ ЦНМВЛ от 11.12. 2021).

⁵ Белоусова Р.В., Троценко Н.И., Преображенская Э.А. Практикум по ветеринарной вирусологии. 3-е изд., перераб. и доп. М.: КолосС. 2006; 99–101.

⁶ ГОСТ Р ИСО 5725-2-2002 Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 2. Основной метод определения повторяемости и воспроизводимости стандартного метода измерений. М.: Госстандарт России. 2002.

⁷ ГОСТ Р ИСО 5725-2-2002 Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 2. Основной метод определения повторяемости и воспроизводимости стандартного метода измерений. М.: Госстандарт России. 2002.

⁸ <https://www.waoh.org/>

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Для определения критериев повторяемости, воспроизводимости и специфичности (отсутствия ложноположительных результатов) для методов РН и ИФА были проведены исследования положительных референтных (А1, А2, А3) и отрицательных референтных (А4, А5) сывороток крови одним или двумя операторами в зависимости от критерия определения. Результаты исследований представлены в таблицах 1–4.

Таблица 1. Результаты определения критерия повторяемости по выявлению антител к вирусу ВД в РН с вычислениями параметров стандартного отклонения и коэффициента вариации.
Table 1. Results of determining the repeatability criterion for detecting antibodies to the VD virus in RN with calculations of the standard deviation and coefficient of variation parameters.

№ п/п	Наименование образца	x	x'	x - x'	(x - x') ²	s	Cv, %
1	A1	1:32,2	1:28	4	16	7,2	25,7
2		1:32		4	16		
3		1:16,3		-12	144		
4		1:32,3		4	16		
5		1:32		4	16		
6	A2	1:16,1	1:22	-6	36	6,4	33,0
7		1:16,3		-6	36		
8		1:16		-6	36		
9		1:32		10	100		
10		1:32		10	100		
11	A3	1:256	1:230	26	676	57,2	24,8
12		1:256,9		26	676		
13		1:256		26	676		
14		1:256		26	676		
15		1:128,4		-102	10 404		

Как видно из таблицы 1, при постановке РН с заведомо положительными референтными сыворотками крови коэффициент вариации по критерию повторяемости находился в диапазоне 24,8–33,0%.

Таблица 2. Результаты определения критерия воспроизводимости по выявлению антител к вирусу ВД в РН с вычислениями среднеарифметических параметров стандартных отклонений и коэффициентов вариации
Table 2. Results of determining the reproducibility criterion for detecting antibodies to the VD virus in RN with calculations of arithmetic mean parameters of standard deviations and coefficients of variation

№ п/п	Наименование образца	x	x'	x - x'	(x - x') ²	s	Cv, %
1	A1	1:32	1:28,4	4	16	7,2	25,35
2		1:32		4	16		
3		1:16,7		-12	144		
4		1:29,3		4	16		
5		1:32		4	16		
6	A2	1:16	1:22	-6	36	6,4	33,0
7		1:16,33		-6	36		
8		1:16,3		-6	36		
9		1:32,2		10	100		
10		1:29,1		10	100		
11	A3	1:256,33	1:205	-51,4	2601	70,1	34,1
12		1:256,6		-51,6	2662		
13		1:128,6		-76,4	5776		
14		1:256		-51	2601		
15		1:128,33		-76,67	5867		

Из данных таблицы 2 видно, что при постановке РН с заведомо положительными референтными сыворотками крови крупного рогатого скота коэффициент вариации по критерию воспроизводимости находился в интервале 25,35–34,1%.

Таблица 3. Результаты определения критерия повторяемости по выявлению антител к вирусу ВД в ИФА с вычислениями параметров стандартного отклонения и коэффициента вариации
Table 3. Results of determining the repeatability criterion for detecting antibodies to the VD virus in ELISA with calculations of the standard deviation and coefficient of variation parameters

№ п/п	Наименование образца	Оптическая плотность	Результат	S	Cv, %
1	A1	0,595	положительный	74,8	6,8
		0,512			
		0,498			
		0,565			
		0,400			
2	A2	0,930	положительный	108,1	7,6
		0,710			
		0,700			
		0,893			
		0,872			
3	A3	0,155	положительный	63,9	1,9
		0,168			
		0,149			
		0,152			
		0,140			
4	A4	1,940	отрицательный	0	0
		1,824			
		1,900			
		1,786			
		1,984			
5	A5	1,769	отрицательный	0	0
		1,865			
		1,879			
		1,667			
		1,698			

Как видно из таблицы 3, при постановке ИФА с заведомо положительными референтными сыворотками крови коэффициент вариации по критерию повторяемости находился в интервале 1,9–7,6%.

Таблица 4. Результаты определения критерия воспроизводимости по выявлению антител к вирусу вирусной диареи в ИФА с вычислениями среднеарифметических параметров стандартных отклонений и коэффициентов вариации
Table 4. Results of determining the reproducibility criterion for detecting antibodies to the viral diarrhea virus in ELISA with calculations of arithmetic mean parameters of standard deviations and coefficients of variation

№ п/п	Наименование образца	Оптическая плотность	Результат	S	Cv, %
1	A1	0,489	положительный	43,8	11,06
		0,462			
		0,390			
		0,465			
		0,399			
2	A2	0,834	положительный	43,1	11,2
		0,800			
		0,788			
		0,839			
		0,732			
3	A3	0,169	положительный	11,2	6,6
		0,178			
		0,160			
		0,154			
		0,180			
4	A4	1,846	отрицательный	0	0
		1,999			
		1,956			
		1,789			
		1,867			
5	A5	1,909	отрицательный	0	0
		1,945			
		1,776			
		1,867			
		1,847			

Из данных таблицы 4 видно, что при постановке ИФА с заведомо положительными референтными сыворотками крови коэффициент вариации по критерию воспроизводимости находился в интервале 6,6–11,2%.

При постановке двух референтных отрицательных сывороток крови А4 и А5 (в пяти повторях каждая) методом РН и тест-системой ИФА «ВД КРС — СЕРОТЕСТ плюс» были получены отрицательные результаты, что отвечает критерию 100%-ной специфичности.

Провели сравнение двух методов, ИФА и РН, по критериям диагностической чувствительности и диагностической специфичности. Результаты исследований 1000 полевых сывороток крови крупного рогатого скота представлены в таблице 5.

После математической обработки результатов исследований (табл. 6) ДЧ-метода РН и ИФА составила от 96,5 до 97,7% соответственно, ДС — от 95,0 до 97,0% соответственно. Полученные данные говорят о приемлемых аналитических характеристиках тест-системы «ВД КРС — СЕРОТЕСТ плюс» для выявления антител к ВД КРС иммуноферментным методом.

Выводы/Conclusion

Тест-система ИФА для выявления антител к ВД КРС «ВД КРС — СЕРОТЕСТ плюс» показала приемлемые аналитические характеристики.

По критериям повторяемости, воспроизводимости получены следующие результаты: коэффициент вариации составил от 1,9 до 7,6% и от 6,6 до 11,2% соответственно. Рассчитанное значение стандартного отклонения, выраженного в процентах, не выше задаваемых параметров. Методика соответствует

Таблица 5. Сравнение двух методов (ИФА и РН) по критериям чувствительности, специфичности, сходимости по результатам исследований 1000 полевых сывороток крови
Table 5. Comparison of two ELISA and RN methods according to the criteria of sensitivity, specificity, and convergence based on the results of studies of 1000 field blood sera

Наименование методов	Количество исследованных полевых сывороток крови	Результаты исследования					
		Положительные	ИП	ИО	ЛП	ЛО	отрицательные
ИФА	1000	625	640	360	12	15	348
РН	1000	617	640	360	20	23	340

требованием верификации по внутрилабораторной прецизионности.

При проверке критерия специфичности с двумя отрицательными референтными и 360 полевыми образцами сыворотки крови получены отрицательные результаты, что свидетельствует о специфичности данной тест-системы.

Таким образом, тест-система ИФА позволяет отличать гомологичные антитела от гетерологичных и может быть рекомендована для использования в лабораторной практике для выявления антител к вирусу ВД КРС после утверждения в установленном порядке.

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные.

Все авторы внесли равный вклад в работу. Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследования проводились в рамках выполнения НИР «Разработка комплекса методик по обеспечению пищевой и биологической безопасности». Этап 2. «Разработка методики по лабораторной диагностике вирусной диареи крупного рогатого скота».

All authors bear responsibility for the work and presented data.

All authors made an equal contribution to the work. The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism. The authors declare no conflict of interest.

FINANCING

The research was carried out as part of the research work "Development of a set of methods to ensure food and biological safety." Stage 2. "Development of methods for laboratory diagnosis of viral diarrhea in cattle."

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лукьянова И.А., Ермакова Т.В., Плешакова В.И. Клинико-патоморфологические особенности течения вирусно-бактериальных респираторно-кишечных инфекций у телят. *Ветеринарная медицина*. 2012; 4(90): 49–51. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17685687>
2. Акимова О.А. и др. Выделение и идентификация вируса вирусной диареи крупного рогатого скота 3-го типа в животноводческом хозяйстве Российской Федерации. *Ветеринария*. 2021; (7): 17–22. <https://www.elibrary.ru/rdmmeee>
3. Безбородова Н.А., Вялых И.В., Томских О.Г. Значение идентификации генотипов и субтипов BVDV для оценки эпизоотического процесса. *Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии*. 2018; (4): 69–73. <https://doi.org/10.17238/issn2072-6023.2018.4.69>
4. Блохин А.А., Молев А.И. Клинико-морфологическая манифестация вирусной диареи крупного рогатого скота у новорожденных телят. *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2013; 6(37): 42–46. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=20679851>
5. Глотов А.Г., Глотова Т.И., Шуляк А.Ф. Пестивиролы жвачных животных. *Вопросы вирусологии*. 2016; 2(61): 59–62. DOI: 10.18821/0507-4088-2016-61-2-59-62
6. Глотов А.Г., Глотова Т.И., Семёнова О.В., Котенева С.В., Никонова А.А. Индикаторы циркуляции вирусной диареи (болезни слизистых оболочек) крупного рогатого скота на молочных комплексах в условиях Сибири. *Сельскохозяйственная биология*. 2016; 51(4): 483–490. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2016.4.483rus>
7. Гулюкин М.И., Юров К.П., Глотов А.Г., Донченко Н.А. Стратегия борьбы с вирусной диареей — болезнью слизистых крупного рогатого скота в животноводческих хозяйствах Российской Федерации. *Вопросы вирусологии*. 2013; 58(6): 13–18. <https://www.elibrary.ru/rpbqpp>
8. Жидков С.А., Лебедев А.И., Белова Н.Б. Патогенез и формы инфекционного течения вирусной диареи — болезни слизистых оболочек крупного рогатого скота. *Ветеринарная патология*. 2005; (3): 24–31. <https://www.elibrary.ru/hsqdov>
9. Кунгурцева О.В., Глотова Т.И., Глотов А.Г. Влияние антигенной вариативности вируса вирусной диареи — болезни слизистых оболочек крупного рогатого скота на результаты серологической диагностики. *Ветеринарная патология*. 2010; (1): 20–24. <https://www.elibrary.ru/obmnch>
10. Костюк С.А. Валидация молекулярно-биологических методов лабораторной диагностики. *Медицинские новости*. 2012; (4): 16–19. <https://www.elibrary.ru/oxtrj>

REFERENCES

1. Lukyanova I.A., Ermakova T.V., Pleshakova V.I. Clinical and pathomorphological features of the course of viral-bacterial respiratory and intestinal infections in calves. *Veterinary medicine*. 2012; 4(90): 49–51 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17685687>
2. Akimova O.A. et al. Isolation and identification of bovine viral diarrhea virus type 3 at a farm in Russian Federation. *Veterinary medicine journal*. 2021; (7): 17–22 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/rdmmeee>
3. Bezborodova N.A., Vyalykh I.V., Tomskikh O.G. The relevance of genotyping and subtyping of BVDV in assessing the epizootic process. *Issues of legal regulation in veterinary medicine*. 2018; (4): 69–73 (in Russian). <https://doi.org/10.17238/issn2072-6023.2018.4.69>
4. Blokhin A.A., Molev A.I. Clinical and morphological manifestation of bovine viral diarrhea in newborn calves. *Agricultural Science of the Euro-North-East*. 2013; 6(37): 42–46 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=20679851>
5. Glotov A.G., Glotova T.I., Shulyak A.F. Pestiviruses of ruminants. *Questions of virology*. 2016; 2(61): 59–62 (in Russian). DOI: 10.18821/0507-4088-2016-61-2-59-62
6. Glotov A.G., Glotova T.I., Semenova O.V., Koteneva S.V., Nikonova A.A. The bovine viral diarrhea indicators in the cattle on the big dairy farms in Siberia. *Agricultural Biology*. 2016; 51(4): 483–490. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2016.4.483eng>
7. Gulyukin M.I., Yurov K.P., Glotov A.G., Donchenko N.A. Bovine viral diarrhea control in Russian Federation. *Problems of virology*. 2013; 58(6): 13–18 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/rpbqpp>
8. Zhidkov S.A., Lebedev A.I., Belova N.B. Pathogenesis and forms of infectious course of viral diarrhea — diseases of the mucous membranes of cattle. *Veterinary Pathology*. 2005; (3): 24–31 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/hsqdov>
9. Kungurtseva O.V., Glotova T.I., Glotov A.G. The influence of antigenic variability of the viral diarrhea virus, a disease of the mucous membranes of cattle, on the results of serological diagnosis. *Veterinary Pathology*. 2010; (1): 20–24 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/obmnch>
10. Kostyuk S.A. Molecular-biological laboratory diagnostics methods validation. *Meditsinskie novosti*. 2012; (4): 16–19 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/oxtrj>

11. Khodakaram-Tafti A., Farjanikish G.H. Persistent bovine viral diarrhoea virus (BVDV) infection in cattle herds. *Iranian Journal of Veterinary Research*. 2017; 18(3): 154–163.
12. Преображенская А.С. и др. Лабораторные испытания ОТ-ПЦР тест-системы VetMAX BVDV Screening для обнаружения генома вируса вирусной диареи крупного рогатого скота фирмы Thermo Fisher. *Аграрная наука*. 2020; (5): 28–33.
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-338-5-28-34>
13. Jacobson R.H. Validation of serological assays for diagnosis of infectious diseases. *Rev. Sci. Tech. OIE*. 1998; 2(17): 469–486.
14. Луговская Н.Н. и др. Валидация методики определения уровня противоящурных антител в реакции жидкофазного блокирующего сэндвич-варианта иммуноферментного анализа. *Ветеринария сегодня*. 2015; 3(14): 22–29.
<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24343424>
15. Скворцова А.Н., Михайлова В.В., Шишкина М.С., Лобова Т.П. Использование перевиваемых культур клеток ПТ-80 и КСТ для постановки реакции нейтрализации на обнаружение антител к вирусу вирусной диареи крупного рогатого скота. *Ветеринария, зоотехния и биотехнология*. 2022; (12–2): 59–56.
<https://doi.org/10.36871/vet.zoo.bio.202212207>

ОБ АВТОРАХ

Вера Владимировна Михайлова
младший научный сотрудник отдела вирусологии
vera.mihaylova.74@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9325-7299>

Татьяна Петровна Лобова
кандидат биологических наук,
старший научный сотрудник отдела вирусологии
t.lobova@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9167-2317>

Мария Сергеевна Шишкина
младший научный сотрудник отдела вирусологии
m.belyaeva@rambler.ru
<https://orcid.org/0000-0002-6930-5043>

Анастасия Николаевна Скворцова
младший научный сотрудник отдела вирусологии
nefedovi5748@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-3071-0225>

Федеральный центр охраны здоровья животных,
ул. Оранжерейная, 23, Москва, 111622, Россия

11. Khodakaram-Tafti A., Farjanikish G.H. Persistent bovine viral diarrhoea virus (BVDV) infection in cattle herds. *Iranian Journal of Veterinary Research*. 2017; 18(3): 154–163.
12. Preobrazhenskaya A.S. et al. Laboratory tests of the VetMAX BVDV Screening RT-PCR test system for detecting the genome of the bovine viral diarrhoea virus by Thermo Fisher. *Agrarian science*. 2020; (5): 28–34 (in Russian).
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-338-5-28-34>
13. Jacobson R.H. Validation of serological assays for diagnosis of infectious diseases. *Rev. Sci. Tech. OIE*. 1998; 2(17): 469–486.
14. Lugovskaya N.N. et al. Validation of a method for determining the level of anti-foot-and-mouth disease antibodies in the reaction of a liquid-phase blocking sandwich version of an enzyme-linked immunosorbent assay. *Veterinary medicine today*. 2015; 3(14): 22–29 (in Russian).
<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24343424>
15. Skvortsova A.N., Mikhailova V.V., Shishkina M.S., Lobova T.P. The use of transplanted cultures of PT-80 cells, KST, to set up a neutralization reaction to the detection of antibodies to the bovine viral diarrhoea virus. *Veterinary, Zootechnics and Biotechnology*. 2022; (12–2): 59–56 (in Russian).
<https://doi.org/10.36871/vet.zoo.bio.202212207>

ABOUT THE AUTHORS

Vera Vladimirovna Mikhailova
Junior Researcher at the Virology Department
vera.mihaylova.74@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9325-7299>

Tatyana Petrovna Lobova
Candidate of Biological Sciences,
Senior Researcher at the Department of Virology
t.lobova@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9167-2317>

Maria Sergeevna Shishkina
Junior Researcher at the Virology Department
m.belyaeva@rambler.ru
<https://orcid.org/0000-0002-6930-5043>

Anastasia Nikolaevna Skvortsova
Junior Researcher at the Virology Department
nefedovi5748@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-3071-0225>

Federal center for animal health,
23 Orangerейnaya Str., Moscow, 111622, Russia