

## МОРФОЛОГИЧЕСКИЙ И ИММУННЫЙ СТАТУС ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ВАКЦИНЫ «БОЛЬШЕВАК Р»

К. В. КОЛЕСНИКОВИЧ

УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»,  
г. Витебск, Республика Беларусь, 210026

(Поступила в редакцию 29.04.2024)

Сельское хозяйство Республики Беларусь – одна из важнейших отраслей экономики, направленная на обеспечение населения продовольствием, получение сырья для ряда отраслей промышленности и производства продукции для экспорта, реализация которой вносит существенный вклад в стабильное состояние экономики страны. Одним из сдерживающих аспектов развития животноводства являются вирусные инфекции, возникающие на откормочных площадках и молочных фермах. Как следствие, вакцинация животных на промышленных комплексах признана наиболее успешным подходом к профилактике и ликвидации инфекционных болезней. Исходя из этого, присутствует необходимость в создании новых доступных и эффективных биопрепаратов, которые позволят расширить ассортимент представленных вакцин на рынке Республики Беларусь. Приведенные в статье материалы отражают результаты научно-исследовательской работы, проведенной с целью определения влияния вакцины на морфологические показатели крови коров и телят, а также состояние иммунитета, подвергшихся вакцинации морских свинок. По результатам проведенных исследований автором установлено, что иммунизация морских свинок способствует выраженному иммунному ответу с накоплением специфических антител в значениях от 4,67  $\log_2$  до 10,33  $\log_2$ , что указывает на высокую иммуногенность применяемых образцов. При этом отмечается положительная динамика к увеличению титра антител в опытных группах, где применялся адъювант ИЗА-201. Анализ данных морфологических показателей сывороток крови вакцинированных коров и телят при сопоставлении с полученными результатами контрольных групп и референтными значениями указывает на отсутствие негативного влияния на ряд показателей обмена веществ у иммунизированных животных.

**Ключевые слова:** животноводство, крупный рогатый скот, вакцина, иммунитет, морфологические показатели.

*Agriculture of the Republic of Belarus is one of the most important sectors of the economy aimed at providing the population with food, obtaining raw materials for a number of industries and producing products for export, the sale of which makes a significant contribution to the stable state of the country's economy. One of the restraining aspects of the development of animal husbandry are viral infections that occur in feedlots and dairy farms. As a result, vaccination of animals in industrial complexes is recognized as the most successful approach to the prevention and elimination of infectious diseases. Based on this, there is a need to create new affordable and effective biological products that will expand the range of vaccines available on the market of the Republic of Belarus. The materials presented in the article reflect the results of research work carried out to determine the effect of the vaccine on the morphological parameters of the blood of cows and calves, as well as the state of immunity of vaccinated guinea pigs. Based on the results of the studies conducted by the author, it was established that immunization of guinea pigs promotes a pronounced immune response with the accumulation of specific antibodies in values from 4.67  $\log_2$  to 10.33  $\log_2$ , which indicates high immunogenicity of the samples used. At the same time, positive dynamics towards an increase in the antibody titer is noted in the experimental groups where the adjuvant IZA-201 was used. Analysis of the data on the morphological parameters of the blood serum of vaccinated cows and calves in comparison with the results obtained in the control groups and reference values indicates the absence of a negative effect on a number of metabolic parameters in immunized animals.*

**Key words:** animal husbandry, cattle, vaccine, immunity, morphological parameters.

### Введение

В современных условиях промышленного животноводства широкое распространение получили вирусные болезни дыхательной и пищеварительной систем крупного рогатого скота (КРС) [1, с. 101]. Ряд авторов утверждает, что вакцинопрофилактика – наиболее эффективный метод в ликвидации вирусных инфекций [1, с. 101], [3, с. 151], [4, с. 78]. При этом возникает необходимость в разработке новых видов биотехнологической продукции, обеспечивающих получение товарных форм с повышенной превентивной эффективностью и стабильностью [2, с. 60]. Один из этапов конструирования вакцин – это анализ их влияния на организм сельскохозяйственных животных, в том числе способность к формированию напряженного иммунитета. Зарубежное научное сообщество акцентирует особое внимание на подборе подходящего адъюванта, как составной части вакцины, который будет способствовать усилению иммунного ответа при вакцинации [5, с. 2]. В связи с этим целью настоящего исследования явилось изучение морфологических показателей крови и состояния иммунитета при введении нового биопрепарата – вакцины «Большевак Р» у иммунизированных животных.

### Основная часть

Опыт по определению влияния вакцины на состояние иммунитета был поставлен в условиях вивария УО ВГАВМ. Для этого были сформированы опытные и контрольная группа клинически здоровых морских свинок без специфических антител к вирусам инфекционного ринотрахеита (ИРТ), ви-

русной диареи (ВД), респираторно-синцитиальной инфекции (РСИ) и ротавирусной инфекции в возрасте 45 дней массой 350–400 г. Опыт проведен по схеме, представленной в табл. 1.

Таблица 1. Схема опыта по изучению антигенной активности

Группа	Исследуемый образец	Доза введенного препарата	Количество иммунизаций	Срок отбора проб крови
1-ая опытная (n = 5)	Вакцина «Большевик Р», содержащая адъювант ИЗА-61 (СЕППИК, Франция) (50%)	0,5 мл/гол.	Внутримышечно двукратно с интервалом в 21 день	День 1 (до иммунизации) и 35 (или спустя 14 дней после повторной иммунизации)
2-ая опытная (n = 5)		1 мл/гол.		
3-ая опытная (n = 5)	0,5 мл/гол.			
4-ая опытная (n = 5)	1 мл/гол.			
контрольная (n = 10)	–			

Взятие крови осуществлено из сердца с помощью вакуумных систем для взятия крови в вакуумные пробирки. Для определения титра специфических антител использована реакция непрямой гемагглютинации (РНГА). Постановка реакции проводилась с использованием наборов эритроцитарных диагностикумов для серодиагностики вирусов ИРТ, ВД, РСИ и ротавирусной инфекции (ООО «Агровет», Россия). РНГА поставлена в соответствии с инструкцией производителя (ООО «Агровет», Россия). Результаты реакции учтены по наличию гемагглютинации. Положительной являлась реакция, при которой титр гемагглютинации с опытными эритроцитами в 4 и более раз превышал титр гемагглютинации с контрольными эритроцитами. При этом увеличение титра антител до 4  $\log_2$  учитывалось как неспецифическая агглютинация.

Для изучения морфологических показателей крови в условиях комплекса «Кабище» УП «Северный» Городокского района Витебской области были сформированы опытные и контрольные группы коров массой 400–450 кг и телят массой 70–80 кг белорусской черно-пестрой породы. Опытная группа коров (n = 5) подвергалась иммунизации вакциной «Большевик Р», содержащей адъювант ИЗА-61 (СЕППИК, Франция) (50 %) в дозах 3 и 5 мл/гол., контрольная группа (n = 5) – вакциной «Большевик» (ОАО «БелВитунифарм) в дозе 3 мл/гол. Иммунизация проводилась внутримышечно двукратно с интервалом в 21 день. Телята иммунизированы согласно схеме: 1-ая опытная группа (n = 5) – вакцина «Большевик Р», содержащая адъювант ИЗА-201 (СЕППИК, Франция) (50 %), 2-ая опытная группа (n = 5) – вакцина «Большевик Р», содержащая адъювант ИЗА-61 (СЕППИК, Франция) (50 %), контрольная группа (n = 5) – вакцина «Большевик» (ОАО «БелВитунифарм). Иммунизация проводилась внутримышечно двукратно с интервалом в 21 день в дозе 2 мл/гол.

Взятие крови у телят всех групп осуществлено из яремной вены, у коров – из хвостовой, с соблюдением правил асептики и антисептики в вакуумные системы и вакуумные пробирки с фиолетовой крышечкой, содержащие ЭДТА. Сыворотка крови получена после ее свертывания при температуре +18 °С, последующего охлаждения и центрифугирования в течение 15 минут при 2500 об/мин. Морфологические показатели стабилизированной гепарином крови КРС опытных и контрольных групп определены на гематологическом анализаторе «МЕК 6450К» в научно-исследовательском институте прикладной ветеринарной медицины и биотехнологии УО ВГАВМ. Полученные результаты обработаны в статистической программе StatBiom 2720 и представлены в таблицах. Нормативные значения морфологических показателей крови использованы из «Физиологические показатели животных: справочник» [6, с. 6, 7, 10, 12].

На протяжении наблюдения (35 дней) морские свинки активно передвигались по клеткам, принимали корм и воду, отклонений физиологических функций от нормы не наблюдалось. Полученные результаты приведены в табл. 2.

Таблица 2. Прирост титра специфических антител морских свинок к антигенам

№ группы	День взятия крови	Средний титр специфических антител к антигену, $\log_2$			
		Вирус ИРТ	Вирус ВД	Вирус РСИ	Ротавирус
1	1	3,33±0,33	3,67±0,73	3,67±0,33	3,67±0,33
	35	5,75±0,48**	5,75±0,48**	8,75±0,48***	5,5±0,65*
2	1	2,33±0,33	3±0,58	3,33±0,67	3,33±0,67
	35	6,6±0,51***	7,8±6,87***	9±0,32***	5,4±0,40**
3	1	3±1,00	3,5±0,50	2,5±0,50	4±0,00
	35	8±0,58***	8,67±0,33***	10,33±0,88***	4,67±0,33*
4	1	4,5±1,50	3,5±0,50	4,5±1,50	4±0,00*
	35	6,8±0,49***	8±0,55***	9,0±0,63***	6±0,32***
5	1	4±0,00	2,5±0,50	4±0,00	3,5±1,50
	35	3,25±0,63	3,25±0,25	4,75±0,48	4±0,00

Достоверность: \*P<0,05, \*\*P<0,01, \*\*\*P<0,001 по отношению к значениям контрольной группы

Статистическая обработка данных показала, что в группе 1 к 35 дню исследования рост антител к антигену вируса ИРТ составил  $5,75 \pm 0,48 \log_2$ , к антигену вируса ВД –  $5,75 \pm 0,48 \log_2$ , к антигену вируса РСИ –  $8,75 \pm 0,48 \log_2$ , к антигену ротавируса –  $5,5 \pm 0,65 \log_2$ . В группе 2 наблюдалось увеличение антител к антигену вируса ИРТ до  $6,6 \pm 0,51 \log_2$ , к антигену вируса ВД до  $7,8 \pm 6,87 \log_2$ , к антигену вируса РСИ до  $9 \pm 0,32 \log_2$ , к антигену ротавируса до  $5,4 \pm 0,40 \log_2$ . В опытной группе № 3 отмечался прирост антител к антигену вируса ИРТ на уровне  $8 \pm 0,58 \log_2$ , к антигену вируса ВД –  $8,67 \pm 0,33 \log_2$ , к антигену вируса РСИ –  $10,33 \pm 0,88 \log_2$ , к антигену ротавируса –  $4,67 \pm 0,33 \log_2$ . В группе 4 рост специфических антител к антигенам вирусов ИРТ, ВД, РСИ, ротавирусу находился на уровне  $6,8 \pm 0,49 \log_2$ ,  $8 \pm 0,55 \log_2$ ,  $9,0 \pm 0,63 \log_2$ ,  $6 \pm 0,32 \log_2$  соответственно. 5 группа – интактный контроль, не подвергшийся вакцинации.

Сравнительное изучение иммуногенности опытных образцов при использовании адъювантов ИЗА-61 и ИЗА-201 показало наибольшую эффективность адъюванта ИЗА-201 как составной части вакцины. Результаты изучения морфологических показателей крови КРС при применении биопрепарата показаны в табл. 3.

Таблица 3. Морфологический состав крови КРС при иммунизации вакциной «Большевак Р»

Возрастная группа					
коровы			телята		
Группа животных	До иммунизации	После иммунизации	Группа животных	До иммунизации	После иммунизации
<b>Эритроциты</b>					
Нормативные значения – $5-7,5 \times 10^{12}/л$					
опытная	$5,89 \pm 0,20^{***}$	$5,18 \pm 0,26^{**}$	1-ая опытная	$9,16 \pm 1,14^{**}$	$6,60 \pm 1,68$
контрольная	$6,13 \pm 0,09^{***}$	$5,25 \pm 0,61^*$	2-ая опытная	$7,19 \pm 2,91$	$5,07 \pm 2,87$
			контрольная	$7,73 \pm 1,23^{**}$	$5,03 \pm 1,71$
<b>Лейкоциты</b>					
Нормативные значения – $4,5-12,0 \times 10^9/л$					
опытная	$8,54 \pm 0,32^{***}$	$7,7 \pm 0,57^{***}$	1-ая опытная	$8,55 \pm 2,05^*$	$8,88 \pm 0,49^{***}$
контрольная	$6,98 \pm 0,33^{***}$	$5,7 \pm 1,04$	2-ая опытная	$12,6 \pm 0,81^{***}$	$9,87 \pm 0,96^{***}$
			контрольная	$8,62 \pm 1,14^{**}$	$9,23 \pm 0,67^{***}$
<b>Тромбоциты</b>					
Нормативные значения – $260,0-700,0 \times 10^9/л$					
опытная	$195,2 \pm 10,24^{***}$	$121,4 \pm 55,90$	1-ая опытная	$526 \pm 91,00^{***}$	$505 \pm 122,08^{**}$
контрольная	$167,4 \pm 30,62^{***}$	$301,33 \pm 178,32$	2-ая опытная	$593 \pm 13,00^{***}$	$570 \pm 0,00^{***}$
			контрольная	$586,6 \pm 42,23^{***}$	$585,75 \pm 56,35^{***}$
<b>Средний объем эритроцита, фл</b>					
опытная	$47,6 \pm 0,64^{***}$	$48,38 \pm 0,86^{***}$	1-ая опытная	$27,1 \pm 0,70^{***}$	$33,83 \pm 4,56^{***}$
контрольная	$46,22 \pm 0,71^{***}$	$46,07 \pm 2,13^{***}$	2-ая опытная	$29,47 \pm 3,47^{***}$	$33,63 \pm 3,62^{***}$
			контрольная	$28,68 \pm 1,91^{***}$	$31,7 \pm 2,24^{***}$
<b>Гемоглобин</b>					
Нормативные значения – 90-120 г/л					
опытная	$101,2 \pm 2,48^{***}$	$93,2 \pm 3,47^{***}$	1-ая опытная	$87 \pm 12,00^{***}$	$87,75 \pm 2,53^{***}$
контрольная	$102,4 \pm 2,25^{***}$	$88 \pm 11,79^{***}$	2-ая опытная	$89,33 \pm 4,37^{***}$	$94 \pm 6,08^{***}$
			контрольная	$82 \pm 4,82^{***}$	$86,67 \pm 3,71^{***}$
<b>Гематокрит</b>					
Нормативные значения – 36%					
опытная	$27,96 \pm 0,64^{***}$	$24,96 \pm 0,91^{***}$	1-ая опытная	$24,85 \pm 3,65^{***}$	$20,5 \pm 3,84^{**}$
контрольная	$28,3 \pm 0,59^{***}$	$24,43 \pm 3,76^{***}$	2-ая опытная	$19,23 \pm 7,12$	$14,97 \pm 6,80$
			контрольная	$21,12 \pm 3,05^{***}$	$18,62 \pm 3,62^{**}$
<b>Среднее содержание гемоглобина в эритроците, пг</b>					
опытная	$17,2 \pm 0,22^{***}$	$18,08 \pm 0,34^{***}$	1-ая опытная	$9,55 \pm 0,15^{***}$	$17,95 \pm 6,33$
контрольная	$16,72 \pm 0,27^{***}$	$16,67 \pm 0,47^{***}$	2-ая опытная	$9,1 \pm 0,10^{***}$	$30,37 \pm 10,48^*$
			контрольная	$14,62 \pm 5,24$	$21,1 \pm 6,79^*$
<b>Средняя концентрация (насыщенность) гемоглобина в эритроците, г/л</b>					
опытная	$362 \pm 2,70^{***}$	$373,4 \pm 1,03^{***}$	1-ая опытная	$350,5 \pm 3,50^{***}$	$364,33 \pm 9,82^{***}$
контрольная	$361,6 \pm 0,68^{***}$	$362,67 \pm 8,41^{***}$	2-ая опытная	$350,5 \pm 4,50^{***}$	$365 \pm 0,00^{***}$
			контрольная	$348,8 \pm 5,76^{***}$	$358,5 \pm 4,84^{***}$
<b>Лимфоциты</b>					
Нормативные значения – 40-65%					
опытная	$51,14 \pm 2,37^{***}$	$14,58 \pm 2,50^{**}$	1-ая опытная	$26,35 \pm 13,75$	$14,3 \pm 1,70^{***}$
контрольная	$47,06 \pm 6,66^{***}$	$22,2 \pm 9,00$	2-ая опытная	$57,27 \pm 4,68^{***}$	$17,67 \pm 0,84^{***}$
			контрольная	$52,88 \pm 3,73^{***}$	$13,9 \pm 1,22^{***}$
<b>Моноциты</b>					
Нормативные значения – 2-7%					
опытная	$5,325 \pm 3,00$	$2,6 \pm 0,00$	1-ая опытная	$0 \pm 0,00$	$3,07 \pm 0,34$

контрольная	0,16±0,12	4,63±1,66	2-ая опытная	0,17±0,17	3,63±0,13
			контрольная	0,33±0,17	3±0,24
Эозинофилы					
Нормативные значения – 5-8%					
опытная	1,62±1,03	7,6±3,10	1-ая опытная	0,3±0,30	3,07±0,92
контрольная	3,36±1,44	6,7±1,72	2-ая опытная	0,13±0,13	4,03±0,93
			контрольная	8,05±6,43	4,18±0,48
Гранулоциты, 10 <sup>9</sup> /л					
опытная	3,62±0,25	6,22±0,33***	1-ая опытная	6,6±2,70	7,175±0,17***
контрольная	3,54±0,61	4±1,14	2-ая опытная	5,3±0,45**	7,4±0,81**
			контрольная	3,22±0,63	7,27±0,52***
Ширина распределения эритроцитов, фл					
опытная	15,2±0,25***	14,62±0,10***	1-ая опытная	16,4±0,90***	12,2±4,10
контрольная	15,06±0,28***	14,9±0,10***	2-ая опытная	10,77±5,39	5,7±5,70
			контрольная	14,25±2,93**	11±3,52
Тромбоцит, %					
опытная	0,10±0,01	0,07±0,03	1-ая опытная	0,26±0,07	0,30±0,08
контрольная	0,08±0,01	0,13±0,07	2-ая опытная	0,36±0,04	0,36±0,00
			контрольная	0,31±0,03	0,31±0,05
Средний объем тромбоцитов, фл					
опытная	4,86±0,15**	4,925±0,17**	1-ая опытная	4,85±0,55*	5,93±0,64**
контрольная	4,76±0,08**	4,23±0,26	2-ая опытная	5,95±0,45**	6,4±0,00***
			контрольная	5,2±0,26**	5,15±0,58*
Ширина распределения тромбоцитов, %					
1-ая опытная	15,36±0,13***	17,325±0,78***	1-ая опытная	15±0,90***	13,01±1,01***
2-ая опытная	16,16±0,49***	16,23±0,74***	2-ая опытная	14,4±1,10***	11,63±0,78***
			контрольная	13,63±0,51***	12,55±0,80***
Критерий достоверности: *–P<0,05; **–P<0,01; ***–P<0,001 в отношении контрольной группы					

Уровень эритроцитов у коров опытной группы до и после иммунизации был ниже относительно контрольной группы на 4,07 % и 1,35 % соответственно. У телят в 1-й опытной группе уровень эритроцитов был выше контрольной на 18,49 % до иммунизации и 31,21 % после иммунизации. Во 2-й опытной группе отмечались колебания показателя относительно контрольной группы на 7,5 % до иммунизации и 0,79 % после иммунизации.

Содержание лейкоцитов у коров всех групп на протяжении эксперимента не выходило за пределы нормы. У телят в 1-ой и 2-ой опытных группах содержание лейкоцитов отличалось от показателей контрольной группы на 0,82 % и 46,17 % до иммунизации и 3,94 % и 6,93 % после иммунизации.

Содержание тромбоцитов было снижено у коров опытной группы. У телят полученные значения не выходили за пределы нормы.

При изучении среднего объема эритроцита существенного изменения показателя в опытных группах не отмечалось.

Концентрация гемоглобина у опытной группы коров после иммунизации находилась в пределах референтных значений. В 1-й опытной группе телят наблюдалось отклонение показателя ниже нормы, однако, исходя из полученных, данных такового показателя у опытных групп телят до вакцинации и отсутствия его изменений от исходного количества после двукратной иммунизации можно предположить, что низкое содержание гемоглобина не связано с применением ассоциированной вакцины.

Среднее значение гематокрита во всех группах снижено относительно нормы на протяжении опыта.

Среднее содержание гемоглобина в эритроците в опытной группе коров существенно не изменялось относительно контрольной группы. В 1-й и 2-й группе телят в 1 день опыта наблюдалось снижение показателя на 53,09 % и 60,66 % в отношении контрольной группы. К концу эксперимента колебания содержания гемоглобина в эритроците находились на уровне 17,95±6,33 пг и 30,37±10,48 пг в 1-й и 2-й группах соответственно.

Средняя концентрация (насыщенность) гемоглобина в эритроците в опытных группах существенно не отклоняется от значений контрольных групп на протяжении эксперимента.

Содержание лимфоцитов у коров опытной и контрольной групп в 1-й день эксперимента находилось в пределах нормативных значений. К 35-му дню исследования отмечалось снижение содержания лимфоцитов ниже нормы и ниже показателей контрольной группы на 52,26 %. Та же тенденция наблюдалась и в 1-й опытной группе телят. Во 2-й группе показатель был выше значений контрольной группы на 8,3% и не превышал референтные значения. К 35-му дню исследования содержание лимфоцитов находилось ниже нормы у телят всех групп.

Количество моноцитов у коров опытной группы не превышало пороги нормативных значений. В опытных группах телят содержание моноцитов в 1-ый день опыта снизилось до уровня  $0 \pm 0,00 - 0,17 \pm 0,17$  %, однако к 35-му дню показатель стабилизировался и не выходил за пределы нормы.

Концентрация эозинофилов к 35-му дню исследования у коров всех групп находилась в пределах нормы. В опытных группах телят наблюдалось отклонение данных ниже нормы на протяжении всего эксперимента.

Содержание гранулоцитов в опытной группе коров после иммунизации на 55,5 % было выше, чем в контрольной группе. У телят существенного изменения уровня гранулоцитов в опытных и контрольной группах не установлено.

Ширина распределения эритроцитов существенно не отличается у коров опытной и контрольной групп. У телят 1-й опытной группы до иммунизации ширина распределения эритроцитов выше, чем в контрольной группе на 15,08 % и ниже на 32,31 % во 2-й опытной группе. После иммунизации колебания ширины распределения эритроцитов в опытных группах находились на уровне  $12,2 \pm 4,10$  фл и  $5,7 \pm 5,70$  фл.

Существенного изменения величины тромбоцита у коров и телят опытных и контрольных групп не установлено.

Средний объем тромбоцитов у коров опытной группы после иммунизации составил  $4,925 \pm 0,17$  фл. У телят до иммунизации показатель был ниже на 7,21 % в 1-й группе и выше на 14,42 % во 2-й группе по сравнению с контролем. После иммунизации наблюдалось увеличение показателя относительно контрольной группы на 15,14 % и 24,27 % в 1-й и 2-й группах соответственно.

Анализ ширины распределения тромбоцитов в опытных и контрольных группах показал, что показатели существенно не отличаются во всех группах на протяжении эксперимента.

### **Заключение**

В результате проведенного исследования установлено отсутствие отрицательного воздействия вакцины «Большевак Р», содержащей адьюванты ИЗА-201 и ИЗА-61, на морфологические показатели крови коров и телят. Изучение антигенной активности испытуемых образцов на лабораторных животных показало выраженную стимуляцию иммунитета к антигенам ИРТ, ВД, РСИ и ротавирусу. Сравнительный анализ применения адьювантов в составе биопрепарата указал на наибольшую эффективность ИЗА-201.

### *ЛИТЕРАТУРА*

1. Красочко П. А. Понаськов М. А., Машеро В. А. Отработка оптимальной иммунизирующей дозы вакцины против вирусных пневмоэнтеритов «Большевак» на коровах // Актуальные проблемы лечения и профилактики болезней молодняка : материалы Международной научно-практической конференции (г. Витебск, 2-4 ноября 2022 г.) / Витебская государственная академия ветеринарной медицины, Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии. – Витебск: ВГАВМ, 2022. – С. 100–104.
2. Выбор оптимальной дозы применения ассоциированной вакцины против рота-, коронавирусной инфекции и колибактериоза телят / Я. П. Яромчик и др. // Ветеринария и кормление. – 2021. – № 1. – С. 60–63.
3. Красочко П. А., Яромчик Я. П., Сеница Н. В. Состояние обмена веществ у коров, иммунизированных опытно-промышленными образцами вакцин против инфекционных энтеритов молодняка крупного рогатого скота // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сборник научных трудов. – Гродно: ГГАУ, 2020. – Т. 48. – С. 150–158.
4. Murray, G. M. Evolving views on bovine respiratory disease: an appraisal of selected control measures - part 2 // Murray G. M., O'Neill R. G., More S. J., McElroy M. C., Earley B., Cassidy J. P. – Vet J. – 2016. – Vol. 217. – P. 78–82.
5. Verma, S. K. New-age vaccine adjuvants, their development, and future perspective / S. K. Verma, P. Mahajan, N. K. Singh // Front Immunol. – 2023. – Vol. 14. – P. 1–17.
6. Физиологические показатели животных: справочник / Н. С. Мотузко и др.; ред. А. А. Белко, В. П. Баран. – Великие Луки: Великолукская типография, 2016. – 122 с.