

Особенности биохимического состава крови у телят с различной динамикой прироста живой массы

Семен Викторович Николаев

Институт агробиотехнологий им. А.В. Журавского Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук, г. Сыктывкар, Россия, e-mail: semen.nikolaev.90@mail.ru

Аннотация. В работе изучены биохимические маркеры крови, ассоциированные с темпами прироста живой массы. Для проведения экспериментальной работы от 30 телят на 1-й и 14-й день после рождения получали венозную кровь и проводили лабораторные исследования. На момент рождения, а также по истечении 6 месяцев выращивания определяли живую массу молодняка и высчитывали среднесуточный прирост. Установлено, что в первые сутки после рождения у интенсивно растущих животных активность АлАТ была ниже на 56,6 % ($P \leq 0,01$), а АсАТ на 45,4 % ($P \leq 0,05$) по отношению к показателям молодняка с низкой скоростью набора массы. Также у телят с интенсивным приростом на 30,4...48,4 % ($P \leq 0,001$) была выше концентрация ВСНММ в плазме и на 37,1...48,6 % ($P \leq 0,01$) в крови. На 14-е сутки биохимический профиль у телят с низкими темпами роста характеризовался более высокой активностью щелочной фосфатазы (на 27,4...46,6 %; $P \leq 0,05$), тогда как у интенсивно растущего молодняка наблюдали более высокий уровень кальция (на 5,9 %; $P \leq 0,05$). Анализ корреляционных зависимостей показал, что в первые сутки после рождения отслеживается заметная связь скорости роста по отношению к активности АсАТ ($-0,510$) и АлАТ ($-0,497$), концентрации железа ($-0,650$) и ВСНММ в плазме крови ($0,626$). В последующем связь данных маркеров ослабевала, а скорость роста телят в большей степени зависела от активности щелочной фосфатазы. Через две недели после рождения корреляционная связь прироста живой массы и активности фермента составила $-0,744$. Полученные результаты исследований свидетельствуют о том, что наиболее перспективным биохимическим маркером сыворотки крови, связанным с динамикой прироста живой массы, является показатель активности щелочной фосфатазы.

Ключевые слова: телята; среднесуточный прирост; метаболизм; биохимические маркеры; щелочная фосфатаза.

Для цитирования: Николаев С. В. Особенности биохимического состава крови у телят с различной динамикой прироста живой массы // Аграрный научный журнал. 2023. № 10. С. 119–123. <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2023i10pp119-123>.

VETERINARY MEDICINE AND ZOOTECHNICS

Original article

Features of the biochemical composition of blood in calves with different dynamics of live weight gain

Semyon V. Nikolaev

A.V. Zhuravsky named after Institute of Agrobiotechnologies Komi Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar, Russia, e-mail: semen.nikolaev.90@mail.ru

Abstract. The biochemical markers of blood associated with the rate of body weight gain were studied in the work. For experimental work, 30 calves on the 1st and 14th day after birth received venous blood and conducted laboratory tests. At the time of birth, as well as after 6 months of cultivation, the live weight of young animals was determined and the average daily increase was calculated. It was found that on the first day after birth in intensively growing animals, the activity of AlAT was lower by 56.6% ($P \leq 0.01$), and AsAT by 45.4% ($P \leq 0.05$), in relation to the indicators of young animals with a low rate of weight gain. Similarly, calves with intensive growth had a higher concentration of VSNM in plasma by 30.4...48.4% ($P \leq 0.001$) and 37.1...48.6% ($P \leq 0.01$) in blood. On day 14, the biochemical profile of calves with low growth rates was characterized by a higher activity of alkaline phosphatase (by 27.4...46.6%; $P < 0.05$), whereas in intensively growing young calves a higher level of calcium was observed (by 5.9%; $P < 0.05$). The analysis of correlations showed that on the first day after birth, there was a pronounced relationship between the growth rate in relation to the activity of AsAT (-0.510) and AlAT (-0.497), iron concentration (-0.650) and VSNM in blood plasma (0.626). Subsequently, the connection of these markers weakened, and the growth rate of calves was more dependent on the activity of alkaline phosphatase. So on the 14th day of postnatal ontogenesis, the correlation between the increase in live weight and enzyme activity was -0.744 . Thus, it can be concluded that the activity of alkaline phosphatase is the most promising biochemical marker associated with the dynamics of body weight gain.

Keywords: calves; average daily growth; metabolism; biochemical markers; alkaline phosphatase.

For citation: Nikolaev S. V. Features of the biochemical composition of blood in calves with different dynamics of live weight gain. Agrarnyy nauchnyy zhurnal = The Agrarian Scientific Journal. 2023;(10): (In Russ.).119–123. <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2023i10pp119-123>.





Введение. Одной из первостепенных задач селекционно-племенной работы является совершенствование хозяйственно полезных признаков у животных. Особую роль в развитии селекции на современном этапе отводят маркерам, ассоциированным с качественными и количественными фенотипическими признаками. В животноводстве наиболее широкое использование получили ДНК-маркеры [4, 5]. Положительным моментом отбора и подбора на основе маркерной селекции главным образом является возможность раннего прогнозирования будущего фенотипа животного [1, 8]. Однако использование молекулярно-генетических параметров имеет ряд недостатков, которые в первую очередь связаны с необходимостью дорогостоящего оборудования и реактивов и наличием квалифицированных кадров [9].

С точки зрения легкости и доступности анализа биохимические маркеры являются более удобными признаками для оценки хозяйственно полезных качеств животных [3]. Типичными представителями данной группы являются показатели химического состава сыворотки крови. Стоит подчеркнуть, что гематологический и биохимический профиль во многом обусловлен физиологическим состоянием особи, при этом параметры изменчивости состава крови ограничены генетически [2, 6, 11]. Вариабельность показателей также связана с внешними факторами, что отражает адаптационные возможности организма в тех или иных условиях [10]. С этой позиции биохимические маркеры при отборе и подборе животных с желательными признаками в конкретных природно-климатических и хозяйственных условиях имеют существенное преимущество.

Цель работы – изучить особенности биохимического состава крови у телят с различной скоростью набора живой массы и определить наиболее значимые маркеры, ассоциированные с темпами прироста.

Методика исследований. Исследования проводили в 2022 г. в условиях сельскохозяйственного предприятия, специализирующего на разведении молочного скота (ООО «Сыктывдинское» Сыктывдинского района Республики Коми). Для этого в первые сутки после рождения отбирали новорожденных телок черно-пестрой породы, не имеющих визуализируемой неонатальной патологии. В первый день, а также по истечении двух недель после рождения телят из яремной вены получали кровь, часть из которой стабилизировали ЭДТА, а часть отстаивали и отделяли сыворотку. Отобранный материал отправляли в лабораторию иммунобиохимического анализа Вятского ГАТУ (г. Киров). В стабилизированной крови определяли вещества средней и низкой молекулярной массы (ВСНММ), а сыворотку замораживали и хранили до момента исследований.

На момент рождения и по истечении 6 месяцев выращивания у молодняка определяли живую массу и рассчитывали скорость прироста. Первые два месяца телят содержали в индивидуальных домиках, молоко выпаивали согласно схеме, принятой в хозяйстве, концентраты находились в свободном доступе. По достижению 60 дней животных переводили на групповое содержание в клетки с одинаковым рационом.

После окончания экспериментальной работы ретроспективно отбирали 30 телок, рожденных в течение 7 дней, у которых не наблюдали каких-либо клинически выраженных признаков заболевания за период выращивания. Животных разделили на три группы, в зависимости от скорости прироста живой массы. В первую группу отобрали телок с низкими темпами увеличения массы тела, во вторую – со средними, в третью – с высокими. Между группами был проведен сравнительный анализ особенностей биохимического состава крови на 1-й и 14-й дни постнатального онтогенеза.

Биохимический состав сыворотки на содержание общего белка, глобулинов, альбуминов, креатинина, мочевины, глюкозы, общего билирубина, фосфора, магния, кальция, железа, цинка, меди, активность щелочной фосфатазы и аминотрансфераз изучали на автоматическом анализаторе iMagic-V7. Концентрацию общих иммуноглобулинов устанавливали 18%-м сульфитом натрия, содержание ВСНММ – осаждением 15%-м раствором трихлоруксусной кислоты по методике И.П. Степановой с соавт. [7] в авторской модификации. Также на основании полученных цифровых значений определяли ассоциативную связь между темпами увеличения живой массы и биохимическим составом крови с использованием коэффициента корреляции Спирмена.

Статистическую обработку и достоверность различий сравниваемых величин устанавливали при помощи t-критерия Стьюдента с использованием программы RusExcel.

Результаты исследований. В табл. 1 показан биохимический состав крови телят с различной скоростью роста. Установлено, что в первые сутки после рождения у интенсивно растущих животных активность АлАТ была ниже на 56,6 % ($P \leq 0,01$) и 44,6 % ($P \leq 0,05$) по отношению к показателю молодняка с низкой и средней скоростью набора массы соответственно. Активность АсАТ у быстро растущего молодняка по сравнению с медленно растущим была ниже на

45,4 % ($P \leq 0,05$). Также у телят с интенсивным приростом по отношению к другим группам на 30,4...48,4 % ($P \leq 0,001$) была выше концентрация ВСНММ в плазме и на 37,1...48,6 % ($P \leq 0,01$) в цельной крови. На 14-е сутки биохимический профиль у телят с низкими темпами роста характеризовался более высокой активностью щелочной фосфатазы (на 27,4...46,6 %; $P \leq 0,05$) по сравнению с другими группами. Концентрация кальция у интенсивно растущих телят при этом была выше на 5,9 % ($P \leq 0,05$) по сравнению с медленно растущим молодняком.

Таблица 1

**Динамика изменений биохимического профиля крови телят
с различной скоростью прироста живой массы ($M \pm SE$)**

Показатель	Дни исследований	Группа		
		1-я ($n = 10$)	2-я ($n = 10$)	3-я ($n = 10$)
Масса животного при рождении, кг		41,0 $\pm$ 0,7	41,5 $\pm$ 1,1	40,5 $\pm$ 1,0
Масса животного через 6 месяцев, кг		161,0 $\pm$ 1,2	176,8 $\pm$ 0,7	184,5 $\pm$ 1,3
Среднесуточный прирост массы, г		618,5 $\pm$ 9,8	688,9 $\pm$ 9,9	746,3 $\pm$ 3,4
Креатинин, мкмоль/л	1	105,6 $\pm$ 8,7	86,5 $\pm$ 9,7	110,1 $\pm$ 32,9
	14	111,0 $\pm$ 10,6	118,1 $\pm$ 7,3 ^{c*}	73,1 $\pm$ 13,5
Мочевина, ммоль/л	1	3,4 $\pm$ 0,6	2,9 $\pm$ 0,4	3,7 $\pm$ 0,3
	14	4,8 $\pm$ 0,2	4,4 $\pm$ 0,6	4,8 $\pm$ 0,2
Глюкоза, ммоль/л	1	5,51 $\pm$ 0,17	6,01 $\pm$ 0,3	4,72 $\pm$ 1,06
	14	3,14 $\pm$ 0,50 ^{c***}	3,87 $\pm$ 0,42 ^{c***}	3,97 $\pm$ 0,21
Общий белок, г/л	1	58,6 $\pm$ 7,1	55,3 $\pm$ 4,4	60,9 $\pm$ 5,8
	14	57,7 $\pm$ 3,0	56,4 $\pm$ 2,8	58,3 $\pm$ 3,7
Альбумины, г/л	1	30,7 $\pm$ 1,1	31,1 $\pm$ 0,7	30,9 $\pm$ 1
	14	34,6 $\pm$ 0,4	35,0 $\pm$ 0,4	35 $\pm$ 0,9
Глобулины, г/л	1	27,9 $\pm$ 7,5	24,3 $\pm$ 3,9	35,2 $\pm$ 5,9
	14	23,1 $\pm$ 3,0	21,4 $\pm$ 2,5	23,3 $\pm$ 3,3
Альбумины/глобулины	1	1,36 $\pm$ 0,20	1,44 $\pm$ 0,21	0,91 $\pm$ 0,23
	14	1,63 $\pm$ 0,20	1,77 $\pm$ 0,22	1,67 $\pm$ 0,25 ^{c*}
Общий билирубин, ммоль/л	1	12,0 $\pm$ 3,2	9,6 $\pm$ 1,5	8,0 $\pm$ 2,5
	14	3,3 $\pm$ 2,2	1,0 $\pm$ 0,3	1,4 $\pm$ 0,4
Фосфор, ммоль/л	1	2,35 $\pm$ 0,11	2,30 $\pm$ 0,09	2,35 $\pm$ 0,26
	14	3,47 $\pm$ 0,58	3,43 $\pm$ 0,47 ^{c*}	3,07 $\pm$ 0,31
Магний, ммоль/л	1	0,89 $\pm$ 0,03	0,86 $\pm$ 0,02	0,87 $\pm$ 0,07
	14	0,83 $\pm$ 0,03	0,85 $\pm$ 0,02	0,90 $\pm$ 0,02
Кальций, ммоль/л	1	2,65 $\pm$ 0,11	2,73 $\pm$ 0,12	2,90 $\pm$ 0,25
	14	2,39 $\pm$ 0,04 ^{c*}	2,43 $\pm$ 0,05 ^{c*}	2,53 $\pm$ 0,05 ^{a*}
Щелочная фосфатаза, Ед/л	1	972,7 $\pm$ 171,4	719,8 $\pm$ 144,4	600,7 $\pm$ 155,5
	14	652,5 $\pm$ 52,6	445,0 $\pm$ 55,6 ^{a*}	512,1 $\pm$ 44,3 ^{a*}
АсАТ, Ед/л	1	63,0 $\pm$ 11,6	54,4 $\pm$ 12,6	34,4 $\pm$ 5,1 ^{a*}
	14	47,8 $\pm$ 3,3	47 $\pm$ 2,5	46,9 $\pm$ 2,9 ^{c*}
АлАТ, Ед/л	1	8,3 $\pm$ 1,2	6,5 $\pm$ 1,1	3,6 $\pm$ 0,7 ^{a*b**}
	14	8,4 $\pm$ 2,8	7,7 $\pm$ 1,7	7,8 $\pm$ 1,8 ^{c*}
АсАТ/АлАТ	1	8,3 $\pm$ 1,8	9,7 $\pm$ 2,6	11,3 $\pm$ 2,8
	14	9,3 $\pm$ 2,5	7,4 $\pm$ 1,2	6,9 $\pm$ 0,8
Железо, мкмоль/л	1	16 $\pm$ 3,4	9,6 $\pm$ 1,1	9,7 $\pm$ 1
	14	15,9 $\pm$ 4,4	7,1 $\pm$ 1,1	9,1 $\pm$ 2,2
Цинк, мкмоль/л	1	15,3 $\pm$ 0,8	22,0 $\pm$ 3,4	17,2 $\pm$ 3,0
	14	18,2 $\pm$ 2,2	45,5 $\pm$ 28,0	16,5 $\pm$ 1,5
Медь, мкмоль/л	1	108,8 $\pm$ 3,5	95,9 $\pm$ 18,2	78,8 $\pm$ 21,2
	14	105,9 $\pm$ 20,3	118,1 $\pm$ 12,5	103,6 $\pm$ 17,9
Иммуноглобулины, г/л	1	6,70 $\pm$ 3,20	6,22 $\pm$ 2,19	11,07 $\pm$ 3,23
	14	7,03 $\pm$ 2,23	5,11 $\pm$ 1,44	8,36 $\pm$ 2,06
ВСНММ в плазме крови, усл. ед.	1	3,1 $\pm$ 0,1	3,2 $\pm$ 0,2	4,6 $\pm$ 0,3 ^{a,b***}
	14	3,8 $\pm$ 0,2	4,2 $\pm$ 0,4	3,8 $\pm$ 0,2
ВСНММ в цельной крови, усл. ед.	1	19,4 $\pm$ 1,9	17,9 $\pm$ 1,3	26,6 $\pm$ 1,5 ^{a,b**}
	14	16,7 $\pm$ 0,9	16,8 $\pm$ 0,8	17,7 $\pm$ 2,3 ^{c**}

* $P \leq 0,05$; ** $P \leq 0,01$; *** $P \leq 0,001$ – различия достоверны по отношению к ^a 1-й группы, ^b 2-й группы, ^c предыдущим значениям.





Анализируя динамику изменений метаболического профиля, можно констатировать, что у телят с хорошими показателями прироста происходит достоверное увеличение альбумино-глобулинового коэффициента на 83,5 % ($P \leq 0,05$), активности АлАТ – в 2,2 раза ($P \leq 0,05$), АсАТ – на 36,3 % ($P \leq 0,05$) и, наоборот, снижение ВСНММ крови в 1,5 раза ($P \leq 0,01$), что отсутствует в других группах. У молодняка с низкими и средними приростами наблюдалось снижение уровня глюкозы на 35,6...43,0 % ($P \leq 0,001$), кальция – на 9,8...11,0 % ($P \leq 0,05$), тогда как у интенсивно растущих телят изменения данных показателей были не достоверными.

Анализ зависимости динамики прироста живой массы от биохимического состава крови показал (табл. 2), что наибольший уровень корреляций в первые сутки после рождения наблюдался по отношению к активности АсАТ (–0,510) и АлАТ (–0,497), концентрации в сыворотке железа (–0,650) и ВСНММ в плазме крови (0,626). Однако в последующем связь данных маркеров ослабевала, а скорость роста телят в большей степени зависела от активности щелочной фосфатазы. Так, по истечении двух недель после рождения корреляционная связь прироста живой массы и активности фермента составила –0,744, что в 2 раза больше ($P \leq 0,001$) по сравнению со значениями, полученными в первые сутки.

Таблица 2

Корреляционные зависимости ($r \pm m$) биохимического состава крови и скорости прироста живой массы у телят в первые шесть месяцев выращивания ($n = 30$)

Показатель	Дни исследований крови	
	1-й	14-й
Общий билирубин	–0,338±0,164	0,130±0,183
Мочевина	0,226±0,176	0,241±0,175
Щелочная фосфатаза	–0,380±0,159	–0,744±0,083***
Общий белок	0,131±0,183	0,330±0,165
Альбумины	–0,252±0,174	0,280±0,171
Глобулины	0,257±0,173	0,294±0,170
Альбумины/глобулины	–0,424±0,152	–0,312±0,168
Глюкоза	–0,213±0,177	–0,099±0,184
Креатинин	0,070±0,185	0,227±0,176
Кальций	0,339±0,164	0,079±0,185
Магний	–0,074±0,185	–0,137±0,182
Фосфор	–0,019±0,186	–0,308±0,168
АлАТ	–0,497±0,140	0,139±0,182
АсАТ	–0,510±0,137	–0,023±0,186
АсАТ/АлАТ	0,097±0,184	–0,355±0,162
Железо	–0,650±0,107	–0,030±0,186
Цинк	0,158±0,181	0,054±0,185
Медь	–0,216±0,177	0,093±0,184
Иммуноглобулины	0,278±0,171	0,221±0,177
ВСНММ плазмы крови, усл.ед.	0,626±0,113	0,046±0,185
ВСНММ цельной крови усл.ед.	0,385±0,158	0,107±0,184

*** Различия достоверны ($P \leq 0,001$) по отношению к значениям, полученным в 1-й день

Заключение. В раннем постнатальном онтогенезе у телят с различными темпами прироста живой массы отмечаются достоверные отличия в биохимическом составе крови. При этом наиболее выраженная корреляционная связь с темпами набора массы прослеживается по отношению к активности щелочной фосфатазы, что позволяет использовать данный фермент как маркер для раннего отбора молодняка с желаемым фенотипом.

1. Гены, повышающие устойчивость к маститу / М. Ю. Сыромятников [и др.] // Ветеринарный фармакологический вестник. 2020. № 4(13). С. 177–191. DOI: <https://doi.org/10.17238/issn2541-8203.2020.4.177>.
2. Жариков Я. А., Канева Л. А. Активность щелочной фосфатазы сыворотки крови баранчиков в связи с возрастом и интенсивностью роста // Генетика и разведение животных. 2021. № 1. С. 9–16. DOI: <https://doi.org/10.31043/2410-2733-2021-1-9-16>.
3. Жариков Я. А. Биохимические показатели крови овцематок на первом месяце лактации и их связь с молочной продуктивностью // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2021. № 3. С. 409–417. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.3.409-417>.
4. Костомахин Н. М., Хованкина А. В. Изучение генома различных пород крупного рогатого скота путем сравнительного анализа спектров продуктов амплификации ДНК // Главный зоотехник. 2016. № 11. С. 16–25.
5. Матюков В. С., Зайнуллин В. Г., Жариков Я. А., Канева Л. А. Элементарный анализ ассоциаций генетических маркеров с полигенными признаками в популяции крупного рогатого скота // Известия Коми научного центра УрО РАН. 2021. № 1(47). С. 45–58. DOI: <https://doi.org/10.19110/1994-5655-2021-1-45-58>.
6. Николаев С. В. Особенности изменений биохимического состава крови у телят в раннем постнатальном онтогенезе // Международный вестник ветеринарии. 2020. № 4. С. 165–169.
7. Степанова И. П., Дмитриева Л. М., Зайнчковский В. И. Биохимический метод оценки эндогенной интоксикации у коров // Ветеринария. 2004. № 7. С. 35–39.
8. Юдин Н. С., Воевода М. И. Молекулярно-генетические маркеры экономически важных признаков у молочного скота // Генетика. 2015. № 5. С. 600–612. DOI: <https://doi.org/10.7868/S0016675815050082>.
9. Яковлев А. Ф., Смарагдов М. Г., Матюков В. С. ДНК-технологии в селекции сельскохозяйственных животных // Достижения науки и техники АПК. 2011. № 8. С. 49–51.
10. Dekkers J. C. M. Application of Genomics Tools to Animal Breeding // *Current Genomics*. 2012. No. 13. P. 207–212.
11. Markers of lipid metabolism and antioxidant system of organisms of cows depending on their physiological state / M. Baimishev et al. // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 12th International Scientific Conference on Agricultural Machinery Industry, Interagromash 2019. 2019. No. 403(1). С. 012013. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/403/1/012013>.

REFERENCES

1. Genes that increase resistance to mastitis / M. Yu. Syromyatnikov et al. *Veterinary Pharmacological Bulletin*. 2020;4(13):177–191. DOI: <https://doi.org/10.17238/issn2541-8203.2020.4.177>. (In Russ.).
2. Zharikov Ya. A., Kaneva L. A. Activity of alkaline phosphatase of blood serum of sheep due to age and intensity of growth. *Genetics and animal breeding*. 2021;(1):9–16. DOI: <https://doi.org/10.31043/2410-2733-2021-1-9-16>. (In Russ.).
3. Zharikov Ya. A. Biochemical blood parameters of sheep during the first month of lactation and their relationship with milk productivity. *Agrarian science of the Euro-North-East*. 2021;(3): 409–417. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.3.409-417>. (In Russ.).
4. Kostomakhin N. M., Khovankina A. V. Studying the genome of various cattle breeds by comparative analysis of the spectra of DNA amplification products. *Chief livestock specialist*. 2016;(11):16–25. (In Russ.).
5. Matyukov V. S., Zainullin V. G., Zharikov Ya. A., Kaneva L. A. Elementary analysis of associations of genetic markers with polygenic traits in the cattle population. *Proceedings of the Komi Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences*. 2021;1(47):45–58. DOI: <https://doi.org/10.19110/1994-5655-2021-1-45-58>. (In Russ.).
6. Nikolaev S. V. Features of changes in the biochemical composition of blood in calves in early postnatal ontogenesis. *International Bulletin of Veterinary Medicine*. 2020;(4):165–169. (In Russ.).
7. Stepanova I. P., Dmitrieva L. M., Zainchkovsky V. I. Biochemical method for assessing endogenous intoxication in cows. *Veterinary medicine*. 2004;(7):35–39. (In Russ.).
8. Yudin N. S., Voevoda M. I. Molecular genetic markers of economically important traits in dairy cattle. *Genetics*. 2015;(5):600–612. DOI: <https://doi.org/10.7868/S0016675815050082>. (In Russ.).
9. Yakovlev A. F., Smaragdov M. G., Matyukov V. S. DNA technologies in breeding of farm animals. *Achievements of science and technology of the Agroindustrial Complex*. 2011;(8):49–51. (In Russ.).
10. Dekkers J. C. M. Application of Genomics Tools to Animal Breeding. *Current Genomics*. 2012;(13): 207–212.
11. Markers of lipid metabolism and antioxidant system of organisms of cows depending on their physiological state / M. Baimishev et al. // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 12th International Scientific Conference on Agricultural Machinery Industry, Interagromash 2019. 2019. No. 403(1). С. 012013. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/403/1/012013>.

Статья поступила в редакцию 22.02.2023; одобрена после рецензирования 06.03.2023; принята к публикации 24.03.2023.
The article was 22.02.2023; approved after 06.03.2023; accepted for publication 24.03.2023.

