

<https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.4.548-554>

УДК 636.2.034: 636.082.2

Раннее прогнозирование интенсивности прироста живой массы у телят с использованием биохимических маркеров крови

© 2022. С. В. Николаев✉

Институт агробиотехнологий им. А. В. Журавского Коми НЦ УрО РАН,
г. Сыктывкар, Российская Федерация

Цель исследований – определение перспективных биохимических маркеров крови, связанных с интенсивностью прироста живой массы у молодняка крупного рогатого скота. Работа проведена в 2021...2022 годах в условиях молочно-товарной фермы ООО «Северная Нива» Корткеросского района Республики Коми. Для эксперимента была отобрана группа новорожденных телок холмогорской породы ($n = 30$). Установлено, что в первые сутки после рождения телята с интенсивными показателями прироста имели более низкую активность АсАТ ($r = -0,510$) и концентрацию железа ($r = -0,650$) в сыворотке крови и, наоборот, более высокий уровень ВСНММ плазмы ($r = 0,626$). На более поздних сроках анализа, выраженная корреляция интенсивности увеличения массы тела наблюдалась в отношении активности щелочной фосфатазы: $-0,639$ и $-0,744$ на 7 и 14-й день соответственно. Определено, что многие расчетные коэффициенты, полученные при исследовании крови на 14-й день после рождения, имели более ощутимую корреляцию с интенсивностью роста. К таким маркерам относились: Щелочная фосфатаза/Кальций ($-0,746$), Щелочная фосфатаза/Магний ($-0,756$), Магний/Щелочная фосфатаза ($0,760$), Кальций×Фосфор/Щелочная фосфатаза ($0,758$) и Щелочная фосфатаза/(Кальций+Магний) ($-0,753$). На следующем этапе был проведен анализ скорости прироста живой массы у телок, ранжированных по увеличению значений разработанных коэффициентов. Доказано, что применение коэффициентов способствовало более выраженной дифференциации скорости прироста массы в сравнении со значениями, установленными с применением одной щелочной фосфатазы. Так, расчетный показатель Щелочная фосфатаза/Кальций/Магний на 1, 7 и 14-й день постнатального онтогенеза обеспечивал разницу между фенотипами 1-й и 3-й группы на 74,1 ($P \leq 0,05$), 92,6 ($P \leq 0,01$) и 90,7 ($P \leq 0,001$) г привеса в сутки, тогда как разница при использовании одной щелочной фосфатазы была на 33,3; 16,0 и 12,2 % меньше. Таким образом, применение указанных коэффициентов для прогнозирования скорости прироста живой массы у телят может повысить точность отбора животных с желаемым фенотипом в раннем постнатальном онтогенезе.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, фенотип, щелочная фосфатаза, кальций, магний, фосфор, отбор, подбор, селекция

Благодарности: работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания Института агробиотехнологий им. А. В. Журавского Коми НЦ УрО РАН (тема № FGMW 2019-0051) и проекта межрегионального научно-образовательного центра мирового уровня «Российская Арктика: новые материалы, технологии и методы исследования».

Автор благодарит рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

Конфликт интересов: автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Николаев С. В. Раннее прогнозирование интенсивности прироста живой массы у телят с использованием биохимических маркеров крови. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2022;23(4):548-554.

DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.4.548-554>

Поступила: 17.05.2022

Принята к публикации: 29.06.2022

Опубликована онлайн: 25.08.2022

The use of biochemical blood markers for early prediction of the intensity of live weight gain of calves

© 2022. Semyon V. Nikolaev✉

A. V. Zhuravsky Institute of Agro-Biotechnologies of Komi Science Centre of the Ural
Branch of the Russian Academy of Sciences, Syktuvkar, Komi Republic, Russian Federation

The aim of the research was to identify promising biochemical markers of blood associated with the intensity of live weight gain in young cattle. The work was carried out in 2021...2022 in the conditions of the dairy farm of LLC Severnaya Niva in the Kortkerossky district of the Komi Republic. A group of newborn heifers of the Kholmogorsky breed ($n = 30$) was selected for the experiment. It has been established that on the first day after birth, calves with intensive growth rates had lower AsAT activity ($r = -0.510$) and iron concentration ($r = -0.650$) in blood serum, and vice versa a higher level of SMLMM plasma (0.626). At later stages of the analysis, a pronounced correlation of the intensity of body weight gain was observed with respect to the activity of alkaline phosphatase: -0.639 and -0.744 on day 7 and 14, respectively. It was determined that many of the calculated coefficients obtained during the blood test on the 14th day after birth had a more noticeable correlation with the intensity of growth. Such markers included: Alkaline phosphatase/Calcium (-0.746), Alkaline phosphatase/Magnesium (-0.756), Magnesium/Alkaline Phosphatase (-0.760), Calcium×Phosphorus/Alkaline Phosphatase (0.758) and Alkaline Phosphatase/(Calcium+Magnesium) (-0.753). At the next stage, the analysis of the rate of live weight gain in

heifers ranked by the increase in the values of the developed coefficients was carried out. It is proved that the use of coefficients contributed to a more pronounced differentiation of the rate of weight gain in comparison with the values established with the use of one alkaline phosphatase. Thus, the calculated index of Alkaline phosphatase/Calcium/ Magnesium on the 1st, 7th and 14th days of postnatal ontogenesis provided a difference between the phenotypes of the 1st and 3rd groups by 74.1 ($P \leq 0.05$), 92.6 ($P \leq 0.01$) and 90.7 ($P \leq 0.001$) g of weight gain per day, whereas the difference when using one alkaline phosphatase was 33.3; 16.0 and 12.2 % less. Thus, the use of these coefficients to predict the rate of live weight gain in calves can increase the accuracy of the selection of animals with the desired phenotype in early postnatal ontogenesis.

Keywords: cattle, phenotype, alkaline phosphatase, calcium, magnesium, phosphorus, selection, choice, breeding

Acknowledgements: the work was carried out under the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the state A. V. Zhuravsky Institute of Agro-Biotechnologies of Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (No. FGMW 2019-0051) and the project of the interregional world-class scientific and educational center «Russian Arctic: new materials, technologies and research methods».

The author thank the reviewers for their contribution to the expert evaluation of this work.

Conflict of interest: the author declared no conflict of interest.

For citation: Nikolaev S. V. The use of biochemical blood markers for early prediction of the intensity of live weight gain of calves. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2022;23(4):548-554. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.4.548-554>

Received: 17.05.2022

Accepted for publication: 29.06.2022

Published online: 25.08.2022

Совершенствование хозяйственно полезных признаков у сельскохозяйственных животных является первостепенной задачей селекции. На современном этапе развития селекционной работы особую роль отводят маркерам, ассоциированным с фенотипическими признаками, из которых наиболее широкое применение получили молекулярно-генетические [1, 2]. Преимущество отбора и подбора животных, на основе маркерной селекции, состоит главным образом в раннем прогнозировании будущего фенотипа особи [3, 4]. Вместе с тем использование ДНК-маркеров имеет ряд недостатков, которые в первую очередь связаны с необходимостью проведения дорогостоящих исследований и наличия высокотехнологичного оборудования [5].

С точки зрения себестоимости и простоты определения, биохимические маркеры являются более доступными критериями оценки хозяйственной ценности животных [6]. Классически к данной группе относят маркеры биохимического состава крови. Стоит отметить, что биохимический профиль крови во многом зависит от физиологического состояния животного, границы варибельности которого детерминированы генетическим материалом [7, 8]. Тем не менее изменчивость ее состава также обусловлена внешними факторами среды, что отображает адаптационно-метаболическое состояние организма [9]. Это, в свою очередь, дает биохимическим маркерам явное преимущество для ведения селекционной работы в конкретных природно-климатических и хозяйственных условиях.

Цель исследований – выделить биохимические маркеры, ассоциированные с интенсивностью прироста живой массы у молодняка крупного рогатого скота.

Научная новизна работы заключается в выявлении закономерностей прироста живой массы у телят от биохимического профиля крови, что имеет практическую значимость для раннего отбора молодняка с необходимыми фенотипическими признаками.

Материал и методы. Работа выполнена в 2021-2022 годах в лаборатории иммунобиохимического анализа биологических объектов центра коллективного пользования «Агробιοтехнология» Вятской ГАТУ (г. Киров) и в отделе «Печорская опытная станция» Института агробιοтехнологий им. А. В. Журавского Коми НЦ УрО РАН (г. Сыктывкар).

На первом этапе экспериментальной работы в условиях молочно-товарной фермы ООО «Северная Нива» Корткеросского района Республики Коми была отобрана группа новорожденных телят (телок) холмогорской породы ($n = 30$). В первый день после рождения, на 7-й, 14-й и 21-й дни постнатального онтогенеза у молодняка брали венозную кровь для биохимических исследований. Химический состав сыворотки крови изучали на автоматическом анализаторе iMagic-V7, уровень общих иммуноглобулинов определяли путем осаждения белков сыворотки 18%-м раствором сернокислого натрия, концентрацию веществ средней и низкой молекулярной массы (ВСНММ) в цельной крови устанавливали преципитацией крупномолекулярных веществ 15%-м раствором трихлоруксусной кислоты с последующим центрифугированием и измерением оптической плотности супернатанта по методике М. Я. Малаховой [10] в авторской модификации. В день родов и через 6 месяцев выращивания у телок определяли живую массу, рассчитывали общий и среднесуточный прирост. На основании

полученных данных изучали корреляционные зависимости между темпами увеличения массы тела и биохимическими свойствами крови с использованием критерия Спирмена [11].

На втором этапе исследований также была отобрана группа телят ($n = 30$) и получена венозная кровь по вышеописанной методике. По истечении 6 месяцев животных ретроспективно разделили на три группы с использованием выделенных наиболее значимых биохимических маркеров и расчетных коэффициентов, затем проанализировали динамику прироста живой массы. В первую группу вошел молодняк с низкими цифровыми значениями биохимических показателей, во вторую – со средними, в третью – с высокими.

Статистический анализ проведен путем вычисления средней арифметической и стандартной ошибки, достоверность различий сравниваемых величин установлена с применением t -критерия Стьюдента [11].

Таблица 1 – Корреляция биохимических показателей крови со скоростью прироста живой массы у телят в первые шесть месяцев постнатального онтогенеза ($n = 30$) /

Table 1 – Correlation of blood biochemical parameters with the rate of live weight gain in calves in the first six months of postnatal ontogenesis ($n = 30$)

Показатель / Indicator	Дни взятия крови после рождения / Days of taking blood after birth				
	1	7	14	21	в среднем 7-21 / on average 7-21
Общий билирубин / Total bilirubin	-0,338	-0,022	0,130	-0,409	-0,188
Мочевина / Urea	0,226	-0,092	0,241	0,032	0,056
Щелочная фосфатаза / Alkaline phosphatase	-0,380	-0,639	-0,744	-0,495	-0,598
Общий белок / Total protein	0,131	0,088	0,330	0,140	0,185
Альбумины / Albumins	-0,252	-0,221	0,280	0,130	0,068
Глобулины / Globulins	0,257	0,109	0,294	0,123	0,172
Альбумины/глобулины / Albumins/globulins	-0,424	-0,129	-0,312	-0,089	-0,178
Глюкоза / Glucose	-0,213	-0,039	-0,099	0,376	0,091
Креатинин / Creatinine	0,070	-0,046	0,227	-0,453	-0,152
Кальций/ Calcium	0,339	-0,076	0,079	0,457	0,132
Магний / Magnesium	-0,074	0,197	-0,137	0,330	0,097
Фосфор / Phosphorus	-0,019	-0,433	-0,308	-0,278	-0,273
АлАТ / AlAT	-0,497	0,224	0,139	-0,198	0,010
АсАТ / AsAT	-0,510	0,157	-0,023	-0,107	0,029
Железо / Iron	-0,650	-0,049	-0,030	-0,485	-0,161
Цинк / Zinc	0,158	-0,289	0,054	0,039	0,006
Медь / Copper	-0,216	-0,449	0,093	-0,156	-0,146
Иммуноглобулины / Immunoglobulins	0,278	-0,016	0,221	0,224	0,122
ВСНММ плазмы / SMLMM plasma	0,626	0,207	0,046	-0,182	0,082
ВСНММ крови / SMLMM blood	0,385	0,268	0,107	0,128	0,175
АсАТ/АлАТ / AsAT/AlAT	0,097	-0,209	-0,355	-0,115	-0,178

Результаты и их обсуждение. Связь биохимических маркеров с интенсивностью прироста живой массы показана в таблице 1. Согласно проведенному анализу, можно констатировать, что в первые сутки после рождения телята с высокими показателями прироста имели низкую активность АсАТ (-0,510) и концентрацию железа (-0,650) в сыворотке крови и, наоборот, более высокий уровень ВСНММ в плазме (0,626). Тем не менее в более поздние сроки онтогенеза указанные маркеры не имели существенной связи с данным признаком. Наиболее выраженная (отрицательная) корреляция интенсивности увеличения массы тела наблюдалась в отношении активности щелочной фосфатазы. Так, на 7 и 14 день постнатального онтогенеза коэффициент составил -0,639 и -0,744 соответственно. В среднем между 7 и 21 днем после рождения, величина коэффициента равнялась -0,598 и была наибольшей в сравнении с коэффициентами корреляции других показателей.

Таким образом, можно заключить, что наиболее перспективным маркером прогнозирования интенсивности прироста живой массы у телят можно считать активность щелочной фосфатазы. Однако стоит понимать, что данный фермент представлен различными изоформами, активность которых варьирует в зависимости от физиологического или патологического состояния организма. С учетом того, что основная роль

данного фермента сводится к дефосфорилированию многих фосфорсодержащих соединений, была проведена оценка корреляций между интенсивностью увеличения живой массы и различными расчетными коэффициентами (разницы, отношения, произведения, суммирования) активности щелочной фосфатазы и показателей минерального и углеводно-белкового обмена. Результаты анализа даны в таблице 2.

Таблица 2 – Корреляционные зависимости расчетных коэффициентов биохимических показателей крови и скорости прироста живой массы у телят в первые шесть месяцев онтогенеза (n = 30) /
Table 2 – Correlations of individual coefficients of blood biochemical parameters and the rate of live weight gain in calves in the first six months of ontogenesis (n = 30)

Показатель / Indicator	Дни взятия крови после рождения / Days of taking blood after birth				
	1	7	14	21	в среднем 7-21 / on average 7-21
Фосфор×Щелочная фосфатаза / Phosphorus×Alkaline phosphatase	-0,316	-0,708	-0,710	-0,439	-0,540
Кальций×Щелочная фосфатаза / Calcium×Alkaline phosphatase	-0,238	-0,626	-0,728	-0,412	-0,558
Щелочная фосфатаза/Магний / Alkaline phosphatase/Magnesium	-0,448	-0,618	-0,756	-0,561	-0,601
Щелочная фосфатаза/Кальций / Alkaline phosphatase/Calcium	-0,470	-0,628	-0,746	-0,562	-0,621
Щелочная фосфатаза/Кальций/Магний / Alkaline phosphatase/Calcium/Magnesium	-0,536	-0,600	-0,742	-0,619	-0,618
Щелочная фосфатаза/(Кальций+Магний) / Alkaline phosphatase/(Calcium+Magnesium)	-0,469	-0,631	-0,753	-0,567	-0,621
Альбумины/Щелочная фосфатаза / Albumins/Alkaline phosphatase	0,144	0,655	0,715	0,428	0,538
Общий белок/Щелочная фосфатаза / Total protein/Alkaline phosphatase	0,349	0,661	0,727	0,443	0,575
Общие глобулины/Щелочная фосфатаза / Globulins/Alkaline phosphatase	0,315	0,523	0,620	0,388	0,503
Глюкоза/ Щелочная фосфатаза / Glucose/Alkaline phosphatase	0,343	0,548	0,547	0,613	0,547
Мочевина/Щелочная фосфатаза / Urea/Alkaline phosphatase	0,343	0,305	0,549	0,445	0,398
Кальций/Щелочная фосфатаза / Calcium/Alkaline phosphatase	0,386	0,660	0,690	0,483	0,570
Магний/Щелочная фосфатаза / Magnesium/Alkaline phosphatase	0,383	0,714	0,760	0,462	0,590
Фосфор/Щелочная фосфатаза / Phosphorus/Alkaline phosphatase	0,372	0,389	0,727	0,213	0,359
Кальций/Фосфор/ Щелочная фосфатаза / Calcium/Phosphorus /Alkaline phosphatase	0,331	0,648	0,592	0,447	0,528
Кальций×Фосфор/Щелочная фосфатаза / Calcium×Phosphorus /Alkaline phosphatase	0,506	0,661	0,758	0,528	0,612
(Кальций+Магний)/Щелочная фосфатаза / (Calcium+ Magnesium)/Alkaline phosphatase	0,385	0,679	0,719	0,481	0,581
(Кальций-Магний)/Щелочная фосфатаза / (Calcium- Magnesium)/Alkaline phosphatase	0,386	0,612	0,620	0,479	0,536

Установлено, что многие расчетные коэффициенты имели более ощутимую корреляцию с динамикой прироста, в отличие от значений, полученных при использовании одной щелочной фосфатазы. Так корреляция скорости роста и коэффициента Щелочная фосфатаза/Кальций на 14 день постнатального онтогенеза составила -0,746, а показателя Щелочная фосфатаза/Магний равнялась -0,756. Наибольший коэффициент корреляции (0,760) установлен при расчете коэффициента Магний/Щелочная фосфатаза. Также, наиболее

перспективными, с учетом полученных результатов, были следующие коэффициенты: Кальций×Фосфор/Щелочная фосфатаза (0,758) и Щелочная фосфатаза/(Кальций+Магний) (-0,753).

На следующем этапе был проведен анализ скорости прироста живой массы телок, ранжированных по увеличению значений разработанных коэффициентов. Для этого показатели среднесуточного прироста телят разделили на 3 группы (по 10 в каждой) в зависимости от биохимического профиля крови. Результаты анализа представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Динамика прироста живой массы у телят с различным биохимическим профилем крови, г (n = 10 в каждой) /
Table 3 – Dynamics of live weight gain in calves with different biochemical blood profile, g (n = 10 in each)

Группа / Group	Среднесуточный прирост / Average daily increase				Группа / Group	Разница в приросте между группами / Difference in growth between groups			
	дни взятия крови после рождения / days of taking blood after birth					дни взятия крови после рождения / days of taking blood after birth			
	1	7	14	21		1	7	14	21
Щелочная фосфатаза / Alkaline phosphatase									
1	724,1±13,9	711,1±14,4	711,1±15,5	711,1±12,4	1-2	63,0*	1,8	11,1	16,7
2	661,1±17,8	709,3±16,8	700,0±13,9	694,4±19,0	2-3	-7,4	76,0**	68,5**	46,3
3	668,5±20,1	633,3±14,6	631,5±13,5	648,1±20,8	1-3	55,6*	77,8**	79,6**	63,0*
Щелочная фосфатаза/Магний / Alkaline phosphatase/Magnesium									
1	724,1±13,9	716,7±15,7	714,8±13,2	709,3±11,8	1-2	38,9	13,0	18,5	13,0
2	685,2±15,5	703,7±15,3	696,3±15,7	696,3±19,6	2-3	40,7	70,4**	64,8*	48,1
3	644,4±19,3	633,3±14,6	631,5±13,5	648,1±20,8	1-3	79,6**	83,3**	83,3**	61,1*
Щелочная фосфатаза/Кальций / Alkaline phosphatase/Calcium									
1	718,5±13,0	722,2±15,0	713,0±14,3	711,1±12,4	1-2	27,8	24,1	24,1	16,7
2	690,7±17,7	698,1±15,1	688,9±14,8	694,4±19,0	2-3	46,3	64,8*	48,1	46,3
3	644,4±19,3	633,3±14,6	640,7±18,1	648,1±20,8	1-3	74,1*	88,9**	72,2*	63,0*
Щелочная фосфатаза/Кальций/Магний / Alkaline phosphatase/Calcium/Magnesium									
1	718,5±13,0	725,9±15,7	722,2±9,7	709,3±11,8	1-2	27,8	31,5	33,3	13,0
2	690,7±17,7	694,4±13,4	688,9±16,6	696,3±19,6	2-3	46,3	61,1*	57,4*	48,1
3	644,4±19,3	633,3±14,6	631,5±13,5	648,1±20,8	1-3	74,1*	92,6**	90,7***	61,1*
Щелочная фосфатаза/(Кальций+Магний) / Alkaline phosphatase/(Calcium+Magnesium)									
1	718,5±13,0	722,2±15,0	713,0±14,3	711,1±12,4	1-2	27,8	24,1	14,8	16,7
2	690,7±17,7	698,1±15,1	698,1±14,9	694,4±19,0	2-3	46,3	64,8*	66,7**	46,3
3	644,4±19,3	633,3±14,6	631,5±13,5	648,1±20,8	1-3	74,1*	88,9**	81,5**	63,0*
Кальций×Фосфор/Щелочная фосфатаза / Calcium×Phosphorus/Alkaline phosphatase									
1	640,7±19,6	668,5±15,4	650,0±22,4	664,8±21,5	1-2	-46,3	-22,2	-29,6	-22,2
2	687,0±14,7	690,7±19,7	679,6±15,8	687,0±22,2	2-3	-38,9	-3,7	-42,6*	-14,8
3	725,9±12,1	694,4±23,5	722,2±9,7	701,9±15,5	1-3	-85,2**	-25,9	-72,2*	-37,0

Примечание: Различия достоверны при сравнении указанных групп при *P≤0,05, **P≤0,01, ***P≤0,001 /

Note: The differences are significant when comparing these groups *P≤0.05, **P≤0.01, ***P≤0.001

Установлено, что применение коэффициентов способствовало более точной дифференциации скорости прироста живой массы в сравнении со значениями, полученными с применением одной лишь щелочной фосфатазы. Так, использование в качестве маркера коэффициента Щелочная фосфатаза/Кальций/Магний на 1, 7 и 14 день постнатального онтогенеза обеспечивало разницу между фенотипами 1-й и 3-й группы на 74,1 ($P \leq 0,05$), 92,6 ($P \leq 0,01$) и 90,7 ($P \leq 0,001$) г в сутки, тогда как полученная разница с применением одной щелочной фосфатазы была на 33,3; 16,0 и 12,2 % меньше. Наиболее высокая разница в приросте при исследовании крови в первый день жизни была установлена с использованием коэффи-

циента Кальций×Фосфор/Щелочная фосфатаза -85,2 г ($P \leq 0,01$).

Заключение. Динамика прироста живой массы у телят в большей степени коррелирует с активностью щелочной фосфатазы в сыворотке крови, при этом расчетные коэффициенты, учитывающие особенности минерального обмена, имеют более ощутимую связь с данным признаком. Использование указанных коэффициентов для прогнозирования скорости прироста живой массы у телят может повысить точность отбора животных с желаемым фенотипом в раннем постнатальном онтогенезе. Полученные данные показали, что оптимальным периодом для данных исследований является 7-14-дневный возраст телят.

Список литературы

1. Костомахин Н. М., Хованкина А. В. Изучение генома различных пород крупного рогатого скота путем сравнительного анализа спектров продуктов амплификации ДНК. *Главный зоотехник*. 2016;(11):16-25.
2. 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)):45-58. DOI: <https://doi.org/10.19110/1994-5655-2021-1-45-58>
3. Юдин Н. С., Воевода М. И. Молекулярно-генетические маркеры экономически важных признаков у молочного скота. *Генетика*. 2015;(5):600-612. DOI: <https://doi.org/10.7868/S0016675815050082>
4. Сыромятников М. Ю., Михайлов Е. В., Пасько Н. В., Шабунин Б. В., Ермакова Т. И., Стребкова В. В., Стрельников Н. А., Голубцов А. В., Перегончий А. Р., Саврасова Н. П. Гены, повышающие устойчивость к маститу. *Ветеринарный фармакологический вестник*. 2020;(4(13)):177-191. DOI: <https://doi.org/10.17238/issn2541-8203.2020.4.177>
5. Яковлев А. Ф., Смарагдов М. Г., Матюков В. С. ДНК-технологии в селекции сельскохозяйственных животных. *Достижения науки и техники АПК*. 2011;(8):49-51. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=16690836>
6. Жариков Я. А. Биохимические показатели крови овцематок на первом месяце лактации и их связь с молочной продуктивностью. *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2021;(3):409-417. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.3.409-417>
7. 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):9-16. DOI: <https://doi.org/10.31043/2410-2733-2021-1-9-16>
8. Baimishev M., Baimishev H., Yerein S., Plemyashov K., Konopeltsev I. Markers of lipid metabolism and antioxidant system of organisms of cows depending on their physiological state. В сборнике: *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 12th International Scientific Conference on Agricultural Machinery Industry, Interagromash 2019. 2019:403(1);012013. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/403/1/012013>
9. Николаев С. В. Особенности изменений биохимического состава крови у телят в раннем постнатальном онтогенезе. *Международный вестник ветеринарии*. 2020;(4):165-169. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44402170>
10. Степанова И. П., Дмитриева Л. М., Зайнчковский В. И. Биохимический метод оценки эндогенной интоксикации у коров. *Ветеринария*. 2004;(7):35-39.
11. Меркурьева Е. К. Биометрия в селекции и генетике сельскохозяйственных животных. М.: Колос, 1970. 330 с.

References

1. Kostomakhin N. M., Khovankina A. V. The study of the genome of different cattle breeds by comparative analysis of the spectra of amplification products of dna. *Glavnyy zootekhnik*. 2016;(11):16-25. (In Russ.).
2. Matyukov V. S., Zaynullin V. G., Zharikov Ya. A., Kaneva L. A. Elementary analysis of associations of genetic markers with polygenic traits in the cattle population. *Izvestiya Komi nauchnogo tsentra UrO RAN = Proceedings of the Komi science centre Ural branch Russian academy of sciences*. 2021;(1(47)):45-58. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.19110/1994-5655-2021-1-45-58>

3. Yudin N. S., Voevoda M. I. Molecular genetic markers of economically important traits in dairy cattle. *Genetika* = Russian Journal of Genetics. 2015;(5):600-612. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.7868/S0016675815050082>
4. Syromyatnikov M. Yu., Mikhaylov E. V., Pasko N. V., Shabunin B. V., Ermakova T. I., Strebkova V. V., Strelnikov N. A., Golubtsov A. V., Peregonchiy A. R., Savrasova N. P. Genes increasing resistance to mastitis. *Veterinarnyy farmakologicheskiy vestnik* = Bulletin of veterinary pharmacology. 2020;(4(13)):177-191. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.17238/issn2541-8203.2020.4.177>
5. Yakovlev A. F., Smaragdov M. G., Matyukov V. S. DNA-technology in selection of agricultural animals. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* = Achievements of Science and Technology of AICis. 2011;(8):49-51. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=16690836>
6. Zharikov Y. A. Biochemical blood values of ewes in the first month of lactation and their relation to milk productivity. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2021;22(3):409-417. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.3.409-417>
7. Zharikov Y. A., Kaneva L. A. Activity of alkaline phosphatase in male lamb blood serum in relation to age and growth rate. *Genetika i razvedenie zhivotnykh* = Genetics and breeding of animals. 2021;(1):9-16. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.31043/2410-2733-2021-1-9-16>
8. Baimishev M., Baimishev H., Yeremin S., Plemyashov K., Konopeltsev I. Markers of lipid metabolism and antioxidant system of organisms of cows depending on their physiological state. В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 12th International Scientific Conference on Agricultural Machinery Industry, Interagromash 2019. 2019:403(1);012013. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/403/1/012013>
9. Nikolaev S. V. Features of changes in the biochemical composition of calves' blood in early postnatal ontogenesis. *Mezhdunarodnyy vestnik veterinarii* = International Bulletin of Veterinary Medicine. 2020;(4):165-169. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44402170>
10. Stepanova I. P., Dmitrieva L. M., Zaynchkovskiy V. I. Biochemical method of estimation of endogenous intoxication in cows. *Veterinariya* = Veterinary. 2004;(7):35-39. (In Russ.).
11. Merkur'eva E. K. Biometrics in breeding and genetics of agricultural animals. Moscow: *Kolos*, 1970. 330 p.

Сведения об авторе

Николаев Семен Викторович, кандидат вет. наук, научный сотрудник отдела «Печорская опытная станция» Института агробиотехнологий им. А. В. Журавского Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук, ул. Ручейная, д. 27, г. Сыктывкар, Российская Федерация, 167023, e-mail: nipti@bk.ru,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5485-4616>, e-mail: semen.nikolaev.90@mail.ru

Information about the author

Semyon V. Nikolaev, PhD of Veterinary Sciences, researcher, the Department "Pechora Experimental Station", A. V. Zhuravsky Institute of Agro-Biotechnologies of Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 27 Rucheynaya str., Syktывkar, Russian Federation, 167023, e-mail: nipti@bk.ru,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5485-4616>, e-mail: semen.nikolaev.90@mail.ru

✉ – Для контактов / Corresponding author