

Л. А. Корельская, Л. П. Соснина, С. А. Коломиец

## Содержание кальция, фосфора, кальций-фосфорного отношения в сыворотке крови высокопродуктивных коров по периодам лактации при различных способах содержания

### Аннотация.

**Цель:** в рамках научно-исследовательской работы проводились исследования биохимического состава сыворотки крови высокопродуктивных коров разных периодов лактации и в период сухостоя, при привязном и беспривязном содержании.

**Материалы и методы.** Объектом исследования являлись коровы черно-пестрой голштинизированной породы с продуктивностью свыше 8500 кг по хозяйству. Отбор крови для биотестирования проводили у 108 коров перед утренним кормлением. Животные опытных групп были сформированы по разным периодам лактации и в период сухостоя при разных способах содержания. Исследование проводилось на базе лаборатории биохимии и физиологии животных СЗНИИМЛПХ имени А. С. Емельянова.

**Результаты.** В период 1-100 дней лактации отмечается увеличение кальция от физиологических норм на 9,6 %, кальций-фосфорного отношения на 32,6 % и дефицит фосфора на 6,7 %. Колебания уровня кальция в сыворотке крови от 7,89-12 мг%, фосфора от 3,02-3,75 мг%. В период разгара лактации заметно уменьшение количества кальция на 2,7 %, также кальций-фосфорного отношения на 1,2 % и увеличение фосфора на 4,6 %. Внутри группы показатели кальция и фосфора варьируют от 7,13-13,74 мг%, 2,86-4,48 мг%, соответственно. В период затухания лактации наблюдается увеличение содержания кальция на 5,3 %, кальций-фосфорного отношения на 10,8 %, незначительное уменьшение фосфора на 1,3 %. Показатели кальция колеблются от 8,23-12,32 мг%, фосфора от 3,02-4,69 мг%. В сухостойный период отмечается отклонение от референсных значений кальция, фосфора, кальций-фосфорного отношения на 14,4; 6,7 и 8,4 %, соответственно. Наблюдается перепад уровня кальция внутри группы от 5,82-10,64 мг%, фосфора от 2,94-4,05 мг%. Уровень кальция, кальций-фосфорного отношения в сыворотке крови обследованных животных во все периоды лактации на беспривязном содержании находятся ниже нормы на 2,3-11,8% и 6,7-13,6%, соответственно. В крови животных всех групп значения кальция колеблются от 4,36-13,45 мг%, фосфора от 3,06-5,24 мг%.

**Ключевые слова:** биохимический анализ; кровь; минеральный обмен; кальций; фосфор; кальций-фосфорное отношение.

### Авторы:

Корельская Лариса Александровна – научный сотрудник; e-mail: larisa030976@mail.ru;

Соснина Любовь Петровна – сотрудник; e-mail: szniibiohim@mail.ru;

Коломиец Светлана Анатольевна – научный сотрудник; e-mail: szniibiohim@mail.ru.

Северо-Западный НИИ молочного и лугопастбищного хозяйства имени А. С. Емельянова – обособленное подразделение ФГБУН ВолНЦ РАН; 160555, Россия, г. Вологда, пгт. Молочное, ул. Ленина, д. 14.

**Введение.** Научно-технический прогресс существенно влияет на характер и направление развития агропромышленного комплекса, где непрерывно возрастает роль и значение внедрения научных достижений при разработке и реализации различных технологий и отдельных элементов производства сельскохозяйственной продукции [1]. Современное кормопроизводство – самая масштабная и связывающая отрасль сельского хозяйства, во многом определяет состояние жи-

вотноводства и оказывает немаловажное влияние на решение основных проблем дальнейшего развития всей области.

Нормированное кормление животных – один из главных селекционных факторов, влияющих на темпы роста и реализацию генетического потенциала. В связи с этим рационы для всех групп животных должны составляться не по единым нормам всех регионов страны, нормативным справочникам, а на основе зональных детализи-

рованных норм, в зависимости от возраста, физиологического состояния, цели выращивания и продуктивности [2].

Также рационы целесообразно составлять по данным лабораторных анализов кормов с учетом биохимических характеристик сыворотки крови животных. Данные используемых биохимических тестов позволяют обеспечить своевременную диагностику, отражают уровень полноты и сбалансированности кормления коров на всех стадиях лактации, при различных способах содержания, указывают на общее физиологическое состояние животных. В ходе исследований можно увидеть общую картину обмена веществ у животных и корректировать рацион под потребность животного [3].

Одним из основных, жизненно необходимых, элементов для животного организма являются кальций и фосфор.

Важнейшей функцией кальция в организме является его связь с белком и участие в образовании костной ткани, в которой примерно находится около 99 % всего его количества в организме животного. Она служит резервуаром кальция, который постоянно пополняется или истощается [4].

Ионы кальция регулируют мышечную и нервную деятельность, они оказывают активное действие на аденозинтрифосфатазу мышц. Кальций активно участвует в поддержании кислотно-щелочного равновесия в организме. В организме часть кальция (15-33 %) находится в подвижном состоянии: из костной ткани он может перейти в кровь и другие ткани, что особенно интенсивно происходит в период лактации. Корова способна лучше регулировать кальциевый обмен, чем фосфорный.

Значение фосфора для организма животного достаточно известно. Он является главным участником во всех жизненно важных процессах обмена веществ и поэтому встречается в каждом биологическом материале. Фосфор является структурным элементом костной и зубной тканей: у молодняка 83 %, а у взрослого крупного рогатого скота 87 % всего количества фосфора, находящегося в организме, входит в структуру нуклеиновых кислот, которые служат носителями генетической информации, регулируют биосинтез белка и иммунитет [5]. Доля фосфора в скелете изменчива и животное может временно компенсировать его недостаток.

Соотношение кальция и фосфора в рационе имеет большое значение, они настолько тесно связаны между собой в обмене веществ, являются главными минеральными веществами, обуславливают структурную прочность костной ткани — основы всего организма, что их необхо-

димо рассматривать вместе. Установлено, что высокая утилизация и необходимое отложение фосфора в организме происходят только при определенном соотношении фосфора и кальция. Обычно при дефиците фосфора животное страдает и от дефицита кальция. Ведь для усвоения одного макроэлемента необходим второй. Идеальным соотношением Ca и P для рациона КРС считается 1,5:1.

Несоблюдение этого соотношения в кормовых рационах приводит к тяжелым нарушениям минерального обмена и усугубляет остеодистрофические заболевания. Чаще всего в корме наблюдается избыток кальция при недостатке фосфора. В этом случае в рационы до нормы добавляются кормовые фосфаты, не содержащие кальция (мононатрийфосфат, динатрийфосфат).

**Цель исследования.** В настоящее время для решения практических задач в зоотехнии и ветеринарии широко применяют биохимические методы исследования. Лабораторные исследования методами биохимии крови позволяют определить состояние организма животного, что является важным фактором при выявлении отклонений на начальных стадиях заболеваний, когда клинических проявлений еще нет. Поддержание здоровья и сохранность высокоудойных коров является одной из наиболее актуальных задач для сельскохозяйственных предприятий [6-9].

В рамках научно-исследовательской работы проводились исследования биохимического состава крови высокопродуктивных коров разных периодов лактации и в период сухостоя, при привязном и беспривязном содержании, проведенные на базе сельскохозяйственного предприятия с постановкой производственного опыта в условиях Вологодской области.

**Материалы и методы.** Объектом исследования являлись 108 коров черно-пестрой голштинизированной породы продуктивностью свыше 8500 кг по хозяйству. Для биотестирования отбирали кровь у животных опытной группы разных периодов лактации и в период сухостоя при разных способах содержания, кровь отбиралась перед утренним кормлением. Исследование проводилось на базе лаборатории биохимии и физиологии животных Северо-Западного научно-исследовательского института молочного и лугопастбищного хозяйства, с определением кальция, фосфора. Обработка полученных данных была проведена с помощью программы ПК «Microsoft Access» (2007), «Microsoft Office Excel» (2007).

Содержание кальция в сыворотке крови определяли с помощью диагностического набора

Таблица 1. Содержание кальция, фосфора, кальций-фосфор отношения в крови высокопродуктивных коров по периодам лактации при привязном и беспривязном способе содержания (отклонения, % к референсным значениям)

Период физиологического цикла	Са, мг%, М+м	Референсные значения, мг%	Отклонение от нормы, %	Лимиты признака, min-max	Р, мг%, М+м	Референсные значения, мг%	Отклонение от нормы, %	Лимиты признака, min-max	Са/Р, мг%, М+м	Референсные значения, мг%	Отклонение от нормы, %	Лимиты признака, min-max	Лимиты признака, min-max
Привязной способ содержания													
1-100	10,19±0,42	9,3-9,9	0,29	109,6	7,89-12,0	3,36±0,09	3,6-4,1	-0,24	93,3	3,02-3,75	3,05±0,14	2,3-2,6	132,6
101-200	9,54±0,83	9,7-10,0	-0,16	98,3	7,13-13,74	3,66±0,15	3,5-4,0	0,16	104,6	2,86-4,48	2,59±0,16	2,62-2,9	98,8
201-300	9,92±0,57	9,42-9,7	0,22	105,3	8,23-12,32	3,75±0,18	3,8-4,0	-0,05	98,7	3,02-4,69	2,66±0,14	2,4-2,6	110,8
Сухостой	8,22±0,6	9,6-10,0	-1,38	85,6	5,82-10,64	3,64±0,10	3,3-3,9	0,34	93,3	2,94-4,05	2,29±0,2	2,5-3,2	91,6
Беспривязной способ содержания													
1-100	9,09±0,48	9,3-9,9	-0,21	97,7	7,23-12,27	4,33±0,18	3,6-4,1	0,23	120,3	3,17-4,6	2,10±0,08	2,3-2,6	1,72-2,58
101-200	9,18±0,7	9,7-10,0	-0,52	94,6	6,95-13,45	3,93±0,11	3,5-4,0	0,05	98,7	3,57-4,41	2,31±0,13	2,62-2,9	1,75-3,1
201-300	8,93±0,68	9,42-9,7	-0,77	92,1	4,36-10,74	4,04±0,19	3,8-4,0	0,04	106,3	3,4-5,24	2,24±0,17	2,4-2,6	1,06-2,69
Сухостой	8,47±0,27	9,6-10,0	-1,13	88,2	7,32-9,85	3,96±0,15	3,3-3,9	0,06	120	3,06-4,6	2,16±0,1	2,5-3,2	1,64-2,67

«Кальций КФК Агат» с о-крезолфталейнкомплексом (изготовитель ООО «Агат-Мед»).

Принцип метода: о-Крезолфталейнкомплекс (КФК) образует с кальцием в щелочной среде комплекс красно-фиолетового цвета, интенсивность окраски которого при 575 нм пропорциональна концентрации кальция и измеряется фотометрически при длине волны 575 нм (560-580 нм). В реакционную смесь добавляют 8-оксихинопин, который связывает металлы, мешающие определению кальция (в частности магний), и образует с кальцием менее прочный комплекс, чем КФК.

Содержание фосфора в сыворотке крови высокопродуктивных коров определяли колориметрическим методом, основанным на восстановлении фосфорно-молибденовой кислоты. Оборудование: спектрофотометр, пробирки, пипетки, воронки, фильтры, дозаторы [6]. Кальций-фосфор отношение определялось расчетным методом.

**Результаты и обсуждение.** Результаты исследований при постановке опыта по изучению содержания кальция, фосфора, кальций-фосфорного отношения в крови коров, референсные значения, отклонение от нормы в мг% и отклонение от нормы в %, представлены в таблице 1.

В период 1-100 дней лактации отмечается увеличение кальция от физиологических норм на 9,6 %, кальций-фосфорного отношения на 32,6 % и дефицит фосфора на 6,7 %. Колебания уровня кальция в сыворотке крови от 7,89-12 мг%, фосфора от 3,02-3,75 мг%.

В период разгара лактации заметно уменьшение количества кальция на 2,7 %, также кальций-фосфорного отношения на 1,2 % и увеличение фосфора на 4,6 %. Внутри группы показатели кальция и фосфора варьируют от 7,13-13,74 мг%, 2,86-4,48 мг%, соответственно.

В период затухания лактации наблюдается увеличение содержания кальция на 5,3 %, кальций-фосфорного отношения на 10,8 %, незначительное уменьшение фосфора на 1,3 %. Показатели кальция колеблются от 8,23-12,32 мг%, фосфора от 3,02-4,69 мг%.

В сухостойный период отмечается отклонение от референсных значений кальция, фосфора, кальций-фосфорного отношения на 14,4; 6,7 и 8,4 %, соответственно. Наблюдается перепад уровня кальция внутри группы от 5,82-10,64 мг%, фосфора от 2,94-4,05 мг%.

Уровень кальция, кальций-фосфорного отношения в сыворотке крови обследованных живот-

ных во все периоды лактации на беспривязном содержании находятся ниже нормы на 2,3-11,8% и 6,7-13,6 %, соответственно. В крови животных всех групп значения кальция колеблются от 4,36-13,45 мг%, фосфора от 3,06-5,24 мг%.

Содержание фосфора в крови коров периода раздоя, затухания и сухостоя превышает нормативные показатели от 6,3-20,3 мг%. В период разгара лактации отмечается незначительное снижение фосфора на 1,3 % от референсных значений. Количество кальция в крови животных у всех лактирующих групп на привязном содержании, в сравнении с беспривязным, выше от 4-11 %. В сухостойный период количество кальция на беспривязи на 3 % выше, чем на привязном содержании. Содержание фосфора в крови высокопродуктивных коров у всех лактирующих групп и в период сухостоя на беспривязном содержании выше от 7-22 %, чем на привязном.

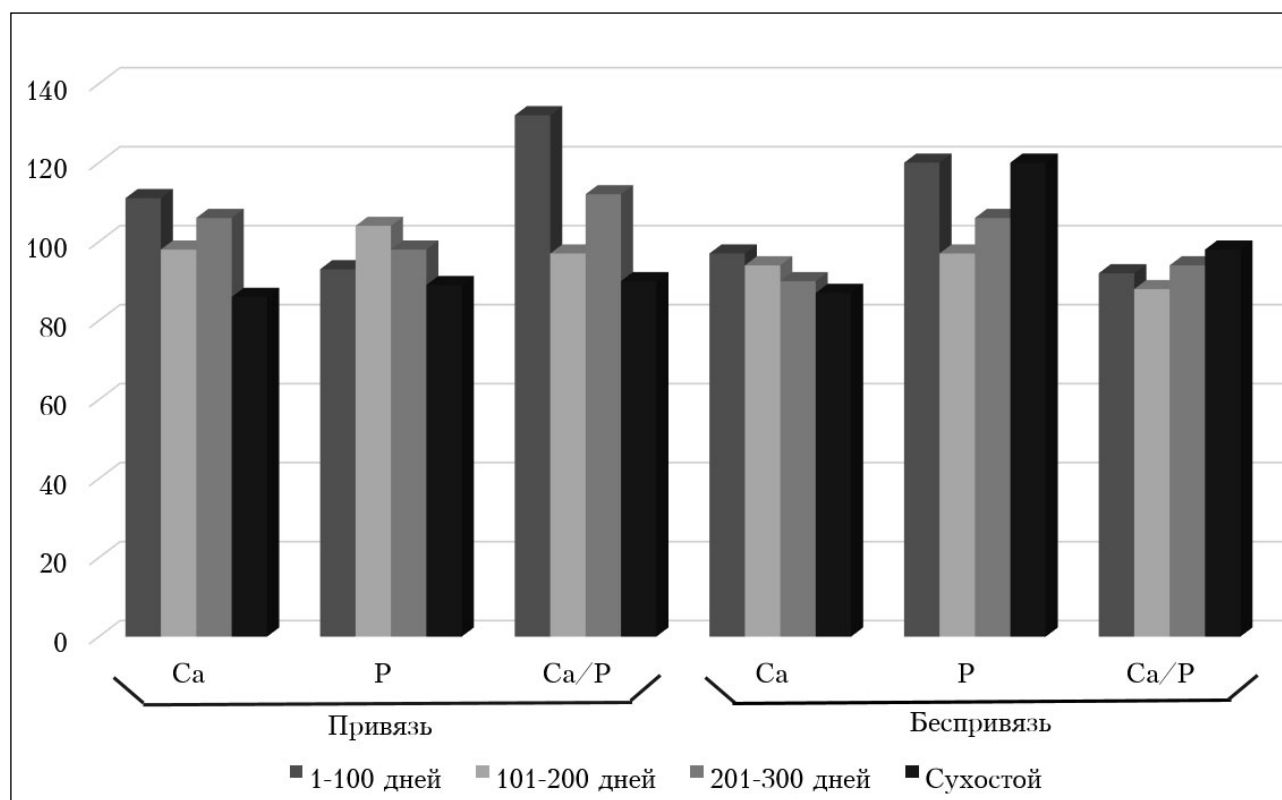
Наибольшее содержание кальция, по отношению к референсным значениям, на привязном и беспривязном содержании в период раздоя 109,6 и 97,7 %, соответственно, а в сухостойный период его количество снижается на привязи 85,6%, а на беспривязи 88,2 %.

Содержание фосфора в сыворотке крови высокопродуктивных коров, на беспривязном содержании во все периоды лактации кроме перио-

да разгара, выше, чем на привязном способе содержания.

**Выводы.** Полученные данные биохимического анализа крови высокопродуктивных коров по периодам лактации и разнотипным способам содержания имеют практическое значение для животноводства. Системное применение метода биохимического исследованиями крови позволяет на ранних стадиях своевременно отреагировать, классифицировать и принять меры к устранению неблагоприятных условий содержания и кормления животных. Количественные значения кальция, фосфора, кальций-фосфорного отношения могут иметь практическое значение для составления и корректировки рационов, обеспечивающих физиологические потребности животных в разные фазы лактации и в период сухостоя, предупреждения нарушений обменных процессов, здоровья и долголетия высокопродуктивных животных.

Рекомендуется в целях предупреждения и своевременного выявления нарушений обменных процессов проводить биохимический анализ крови (целесообразно один раз в квартал). Для нормализации обмена веществ в организме животных необходимо проводить анализ и корректировку рационов с целью обеспечения полноценного кормления коров, с учетом их физиологического состояния и способа содержания.



**Рис. 1.** Содержание кальция, фосфора, кальций-фосфор отношения в крови высокопродуктивных коров по периодам лактации при привязном и беспривязном способе содержания (% к референсным значениям)

## Литература

1. Амерханов Х. А., Тяпугин Е. А., Симонов Г. А., Тяпугин С. Е. Эффективность ведения молочного скотоводства в условиях Европейского Севера России. — Москва. — 2011.
2. Косолапов В. М., Чуйков В. А., Худякова Х. К., Косолапова В. Г. Минеральные элементы в кормах и методы их анализа: монография // Москва: ООО «Угрешская типография». — 2019. — 272 с.
3. Васильева С. В., Конопатов Ю. В. Клиническая биохимия крупного рогатого скота: Учебное пособие. — 2е изд., испр. — СПб.: Издательство «Лань», 2017. — 188 с.
4. Громько Е. В. Оценка состояния организма коров методами биохимии / Е. В. Громько // Экологический вестник Северного Кавказа. — 2005. — № 2. — С. 80-94.
5. Методы ветеринарной клинической лабораторной диагностики. Под ред. проф. И. П. Кондрахина: Справочник / М.: КолосС, 2004. — 520 с.
6. Корельская Л. А. Содержание кальция в крови высокопродуктивных коров // В сборнике: Аграрная наука на современном этапе: состояние, проблемы, перспективы. Материалы IV научно-практической конференции с международным участием, посвященной 100-летию СЗНИИМЛПХ: в 2-х частях. 2021. С. 201-206.
7. Горюнова Т. Ж. Биохимический состав крови высокопродуктивных коров по фазам лактации / Т. Ж. Горюнова, М. В. Шутова, Л. П. Соснина // Молочнохозяйственный вестник. — 2017. — № 3 (27). — С. 47-53.
8. Гусаров И. В. Оценка биохимического статуса крови высокопродуктивных коров при разных способах содержания / И. В. Гусаров, М. В. Шутова, Л. А. Корельская, В. М. Смыслов // Молочнохозяйственный вестник. — 2021. — № 4 (44). — С. 34-47.
9. Корельская Л. А. Содержание глюкозы в крови высокопродуктивных коров по периодам лактации и способам содержания как критерий оценки энергетического обмена / Л. А. Корельская, И. В. Гусаров, О. Д. Обряева, С. А. Коломиец // АгроЗooТехника. — 2022. — Т. 5. — № 2.

Korelskaya L., Sosnina L., Kolomiets S.

## Live weight as an indicator of morphobiochemical blood composition of heifers under intensive breeding technology

### Abstract.

**Purpose:** within the framework of the research work, studies were carried out on the biochemical composition of the blood serum of highly productive cows, different periods of lactation and during the dry period, with tethered and loose housing.

**Materials and methods.** The object of the study were cows of black-and-white Holsteinized breed with a productivity of more than 8500 kg on the farm. Blood sampling for biotesting was taken from 108 cows before morning feeding. Animals of the experimental groups were formed according to different periods of lactation and during the dry period with different methods of keeping. The study was conducted on the basis of the laboratory of biochemistry and physiology of animals of the SZNIIMLPKh named after A. S. Emelyanov.

**Results.** In the period from 1-100 days of lactation, there is an increase in calcium from physiological norms by 9.6%, calcium-phosphorus ratio by 32.6 % and phosphorus deficiency by 6.7 %. Fluctuations in the level of calcium in the blood serum from 7.89-12 mg%, phosphorus from 3.02-3.75 mg%. During the peak of lactation, a decrease in the amount of calcium by 2.7 % is noticeable, as well as a calcium-phosphorus ratio by 1.2% and an increase in phosphorus by 4.6 %. Within the group, calcium and phosphorus values ranged from 7.13-13.74 mg%, 2.86-4.48 mg%, respectively. During the period of attenuation of lactation, an increase in the content of calcium by 5.3 %, calcium-phosphorus ratio by 10.8%, a slight decrease in phosphorus by 1.3 % is observed. Calcium values range from 8.23-12.32 mg%, phosphorus from 3.02-4.69 mg%. In the dry period, there is a deviation from the reference values of calcium, phosphorus, calcium-phosphorus ratio by 14.4; 6.7 and 8.4 %, re-

spectively. There is a difference in the level of calcium within the group from 5.82-10.64 mg%, phosphorus from 2.94-4.05 mg%. The level of calcium, calcium-phosphorus ratio in the blood serum of the examined animals in all periods of lactation on loose content are below the norm by 2.3-11.8 % and 6.7-13.6 %, respectively. In the blood of animals of all groups, calcium values range from 4.36-13.45 mg%, phosphorus from 3.06-5.24 mg%.

**Keywords:** biochemical analysis; blood; mineral metabolism; calcium; phosphorus; calcium-phosphorus ratio.

*Authors:*

**Korelskaya L.** – researcher; e-mail: larisa030976@mail.ru;

**Sosnina L.** – laboratory assistant; e-mail: szniibiohim@mail.ru;

**Kolomiets S.** – researcher; e-mail: szniibiohim@mail.ru.

North-Western Research Institute of Dairy and Grassland Farming named after A. S. Emelyanov - a separate subdivision of the VolRC RAS; 160555, Russia, Vologda, town. Dairy, st. Lenina, d. 14.

### References

1. Amerkhanov Kh. A., Tyapugin E. A., Simonov G. A., Tyapugin S. E. Efficiency of dairy cattle breeding in the conditions of the European North of Russia. – Moscow. – 2011.
2. Kosolapov V. M., Chuikov V. A., Khudyakova Kh. K., Kosolapova V. G. Mineral elements in feed and methods of their analysis: monograph // Moscow: Ugresh Printing House LLC. – 2019. – 272 p.
3. Vasilyeva S. V., Konopatov Yu. V. Clinical biochemistry of cattle: Textbook. - 2nd ed., corrected. - St. Petersburg: Publishing house "Lan", 2017. – 188 p.
4. Gromyko E. V. Assessment of the state of the body of cows by biochemistry methods / E. V. Gromyko // Ecological Bulletin of the North Caucasus. – 2005. – № 2. – P. 80-94.
5. Methods of veterinary clinical laboratory diagnostics. Ed. prof. I. P. Kondrakhina: Handbook / M. : KolosS, 2004. – 520 p.
6. Korelskaya L. A. The content of calcium in the blood of highly productive cows // In the collection: Agrarian science at the present stage: state, problems, prospects. Materials of the IV scientific-practical conference with international participation, dedicated to the 100th anniversary of SZNIIMLPH: in 2 parts. 2021. P. 201-206.
7. Goryunova T. Zh. Biochemical composition of the blood of highly productive cows by lactation phases / T. Zh. Goryunova, M. V. Shutova, L. P. Sosnina // Dairy Bulletin. – 2017. – № 3 (27). – P. 47-53.
8. Gusarov I. V., Shutova M. V., Korelskaya L. A., Smyslov V. M. Evaluation of the biochemical status of the blood of highly productive cows with different methods of keeping // Dairy Bulletin. – 2021. – №4 (44). – P. 34-47.
9. Korelskaya L. A., Gusarov I. V., Obryaeva O. D., Kolomiets S. A. The content of glucose in the blood of highly productive cows by periods of lactation and methods of maintenance as a criterion for assessing energy metabolism // AgroZooTechnique. – 2022. – V. 5. – № 2.