

УДК: 636.2.034: 612.12:612.63

DOI:10.52419/issn2072-2419.2023.4.388

ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ β -ГИДРОКСИБУТИРАТА И ГЛЮКОЗЫ В КРОВИ НА РЕПРОДУКТИВНУЮ ФУНКЦИЮ И МОЛОЧНУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРОВ

Николаев С.В.* – канд. ветеринар. наук, науч. сотр. (ORCID 0000-0001-5485-4616).

*semen.nikolaev.90@mail.ru

Институт агrobiотехнологий им. А.В. Журавского
Коми научного центра УрО РАН

Ключевые слова: крупный рогатый скот, глюкоза, кетоновые тела, воспроизводительная функция, молочная продуктивность.

Keywords: cattle, glucose, ketone bodies, reproductive function, milk productivity.

Поступила: 02.10.2023

Принята к публикации: 17.11.2023

Опубликована онлайн: 08.12.2023

РЕФЕРАТ

Интенсивность обменных процессов у высокопродуктивных животных ассоциируется с метаболическими нарушениями и развитием дистрофических изменений в организме. В работе проведена оценка влияния концентрации β -гидроксибутирата и глюкозы в крови новотельных коров на показатели воспроизводительной способности и молочную продуктивность. Для анализа от разновозрастных животных после родов получали венозную кровь, где определяли концентрацию глюкозы и β -гидроксибутирата. В зависимости от уровня глюкозы и кетоновых тел, животных ретроспективно дифференцировали на группы и изучали выраженность хозяйственно-полезных признаков. Установлено, что у коров с уровнем глюкозы выше 3,3 ммоль/л требовалось на 0,6 осеменений больше ($P \leq 0,01$), по сравнению с животными, чьи показатели находились в пределах 2,2...3,3 ммоль/л. При этом наибольшая разница в кратности осеменений присутствовала у животных 3...7 лактации (1,2 осеменения на оплодотворение; $P \leq 0,001$). Период от отела до оплодотворения у коров с повышенным содержанием глюкозы был продолжительнее на 39,4 дня ($P \leq 0,05$), при этом максимальное отклонение установлено среди животных старше 2-й лактации (удлинение на 49,3 дня; $P \leq 0,05$). Повышение уровня β -гидроксибутирата более 0,7 ммоль/л так же сопровождалось ухудшением воспроизводительной функции. Так, удлинение периода бесплодия по всем лактациям составило 21,2 дня ($P \leq 0,05$). Наиболее выраженное негативное воздействие на репродуктивную функцию при кетонемии отмечено у первотелок и коров второй лактации. Так, после первых родов удлинение периода от отела до оплодотворения составило 42,0 дня ($P \leq 0,05$), а по второй лактации – 29,2 дня ($P \leq 0,05$). Таким образом, увеличение уровня глюкозы и β -гидроксибутирата в крови негативно сказывается в первую очередь на воспроизводительной функции, и в меньшей степени на показателях молочной продуктивности.

ВВЕДЕНИЕ / INTRODUCTION

Современное молочное скотоводство характеризуется существенным ростом продуктивности животных. Генетически обусловленный потенциал маточного поголовья требует соответствий условий кормления и содержания, а так же максимальной активизации обменных процессов в организме [7,9]. В первую очередь, интенсивный лактогенез ассоциирован с высокой потребностью животного в энергии, дефицит которой негативно сказывается на процессах метаболизма и зачастую может стать причиной развития различных патологий, снижения воспроизводительной способности и молочной продуктивности [1,6].

Одним из маркеров оценки энергетического обмена является определение в крови уровня глюкозы, как основного источника «быстрой» энергии для организма [8,11]. Показано, что у животных с овариальной недостаточностью наблюдается дефицит глюкозы в первые два месяца лактации [7,11,12]. В месте с тем, установлено, что при некоторых патологических состояниях уровень данного метаболита может находиться в норме или наоборот быть повышенным [2,3]. Так у голштинского скота была показана предрасположенность к инсулинорезистентности и нарушению толерантности к глюкозе, которая характеризуется невозможностью тканей организма эффективно поглощать и использовать глюкозу, циркулирующую с кровотоком [4,6].

Еще одним из маркеров энергетического обмена можно считать содержание в крови кетоновых тел. Кетоновые тела (ацетон, ацетоуксусная и β -гидроксимасляная кислота) главным образом являются источником энергии для мускулатуры и нервной системы, однако их интенсивный синтез и накопление в организме (кетонемия) приводят к дистрофическим изменениям в тканях и эндогенной интоксикации [5,8]. Рост уровня кетоновых тел в крови у коров, как правило, наблюдается к моменту окончания стельности и в начале лактации, что обусловлено увеличением потребности орга-

низма в энергии и получении ее из альтернативных источников [13, 14]. Поэтому мониторинг уровня кетоновых тел в данный физиологический период является важным элементом оценки напряженности метаболизма.

Цель исследований – изучить влияние концентрации β -гидроксibuтирата и глюкозы в крови новотельных коров на показатели воспроизводительной способности и молочную продуктивность.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ / MATERIALS AND METHODS

Исследования проведены в 2021-2023 году на молочно-товарной ферме ЗАО «Заречье» 2-е отделение «Заря» Куменского района Кировской области, специализирующейся на разведении голштинизированного черно-пестрого скота со средней продуктивностью 7...8 тыс. кг молока в год. Для проведения экспериментальной работы перед утренним кормлением на 7-е; 14-е и 21-е сутки после родов от разновозрастных коров из хвостовой вены получали венозную кровь, в которой *ex tempore* определяли концентрацию глюкозы и β -гидроксibuтирата. Содержание кетонов и сахара крови устанавливали с помощью прибора CentriVet. Полученные в указанные временные промежутки значения суммировали и находили среднее арифметическое, после чего животных дифференцировали по группам, в зависимости от концентрации определяемых веществ и возраста лактации. Ретроспективно у животных учитывали кратность осеменений на оплодотворение, продолжительность бесплодия, удой за первые 100 дней, 305 дней и всю лактацию, коэффициент устойчивости и продолжительность лактации. Всего проанализированы данные полученные от 465 животных.

При оценке влияния уровня глюкозы в послеродовом периоде на показатели хозяйственно-полезных признаков, коров разделили на 2 группы. В первую вошли животные с физиологически нормальным уровнем глюкозы (2,2...3,3 ммоль/л) [10], во вторую – с содержанием выше 3,3 ммоль/л. Влияние кетоновых тел на се-

лекционные признаки определяли при концентрации уровня β -гидроксимасляной кислоты 0,7 ммоль/л и ниже (1-группа), а также выше 0,7 ммоль/л (2-группа). Влияние биохимического состава крови оценивали по всей выборке, а так же отдельно у первотелок, коров второй и третьей-седьмой лактации.

Статистический анализ проведен путем вычисления среднего арифметического и стандартной ошибки, достоверность различий сравниваемых величин установлена при применении t-критерия Стьюдента с использованием пакета программ Microsoft Office Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ / RESULTS

Связь концентрации глюкозы в крови с хозяйственно-полезными признаками у коров показана в таблице 1. Поученные данные свидетельствуют, что у преобладающего большинства животных уровень углевода в послеродовом периоде превышал физиологические значения, и лишь у единичных особей наблюдалась гипогликемия (содержание глюкозы менее 2,2 ммоль/л). Так, концентрация моносахарида свыше 3,3 ммоль/л установлена у 90,1% коров. Высокий уровень глюкозы после родов ассоциировался с ухудшением показателей воспроизводительной способности: коровам, с повышенным уровнем моносахарида требовалось на 0,6 осеменений больше ($P \leq 0,01$), по сравнению с животными, чьи показатели находились в пределах физиологической нормы. При этом с увеличением возраста лактаций влияние уровня моносахарида становилось ощутимей. Так у первотелок разница составляла 0,2 осеменения, у коров второй лактации – 0,6, а у более взрослых животных – 1,2 осеменения на оплодотворение ($P \leq 0,001$). Повышение концентрации глюкозы так же негативно влияло на продолжительность периода от отела до наступления следующей стельности. У первотелок увеличение показателя сопровождалось удлинением периода бесплодия на 18,7%, у коров второй лактации на 26,4%, у животных 3...7 лактации на 43,4% ($P \leq 0,05$). В среднем удлинение периода от отела до оплодотворения у

животных с повышенной концентрацией глюкозы в крови после родов составила 39,4 дня ($P \leq 0,05$). Выраженного влияния уровня моносахарида крови на другие хозяйственно-полезные признаки установлено не было.

Анализ влияния концентрации β -гидроксibuтирата в крови на хозяйственно-полезные признаки показан в таблице 2. Согласно полученным цифровым значениям, можно заключить, что повышение уровня метаболита более 0,7 ммоль/л сопровождается ухудшением воспроизводительной функции. Так, несмотря на одинаковое количество осеменений на оплодотворение (2,7), в среднем по всем лактациям, у коров с повышенной концентрацией кетонов наблюдалось удлинение периода бесплодия на 21,2 дня ($P \leq 0,05$). При этом негативное влияние на репродуктивную функцию кетонемия в меньшей степени оказывала на коров 3...7 лактации, и в большей – на первотелок и животных второй лактации. Так, после первых родов удлинение периода от отела до оплодотворения составило 42,0 дня ($P \leq 0,05$), а по второй лактации – 29,2 дня ($P \leq 0,05$). В первые два отела повышение в крови β -гидроксibuтирата сопровождалось не достоверным увеличением количества полученного молока за всю лактацию (на 7,3...7,7%), однако величина удоя в пересчете на 305 дней была наоборот выше у животных с низким содержанием кетонов. Причиной увеличения удоя за всю лактацию было удлинение периода самой лактации вследствие длительного бесплодия у коров с кетонемией. Так у первотелок с уровнем β -гидроксibuтирата свыше 0,7 ммоль/л средняя продолжительность лактации составила $390,1 \pm 17,9$ дней, что на 46,1 день дольше, по сравнению с животными первой группы.

Таблица 1 – Характеристика хозяйственно-полезных признаков у коров с различным уровнем глюкозы в послеродовый период

Показатель	1 лактация		2 лактация		3...7 лактация		В среднем	
	1	2	1	2	1	2	1	2
Группа								
Количество животных	14	203	12	112	20	104	46	419
Средняя концентрация глюкозы, ммоль/л	2,98 ±0,08	4,09 ±0,04	2,95 ±0,13	4,01 ±0,07	2,94 ±0,11	4,16 ±0,08	2,91 ±0,07	4,08 ±0,03
Минимальная концентрация глюкозы, ммоль/л	2,4	3,4	2,1	3,4	2,1	3,4	2,2	3,4
Максимальная концентрация глюкозы, ммоль/л	3,3	5,8	3,3	8,8	3,3	10,2	3,3	8,3
Кратность осеменения на оплодотворение, раз	2,4 ±0,3	2,6 ±0,1	2,1 ±0,5	2,8 ±0,2	1,9 ±0,2	3,1 ±0,2***	2,1 ±0,2	2,7 ±0,1**
Период от отела до оплодотворения, дней	146,3 ±20,0	173,6 ±10,7	137,3 ±31,1	173,6 ±10,6	113,7 ±16,8	163,0 ±10,1*	131,1 ±14,0	170,5 ±6,4*
Удой за 100 дней лактации, кг	2768,7 ±119,9	2789,8 ±32,4	3202,7 ±131,6	3321,7 ±66,4	3052,0 ±226,3	3028,3 ±83,9	2952,8 ±114,6	2996,4 ±33,2
Коэффициент устойчивости лактации, %	92,3 ±3,6	91,6 ±1,0	91,1 ±4,1	85,8 ±1,8	84,6 ±6,4	83,5 ±1,7	88,6 ±3,5	88,1 ±0,8
Средняя продолжительность лактации, дней	360,9 ±21,0	360,4 ±9,6	357,6 ±37,8	348,8 ±11,9	294,7 ±11,2	331,0 ±10,0*	331,1 ±15,5	350,3 ±6,2
Удой за всю лактацию, кг	8037,3 ±594,2	8443,0 ±219,9	8533,7 ±517,8	8803,0 ±304,2	7185,9 ±692,5	7367,2 ±296,6	7682,1 ±382,9	8282,0 ±154,7
Удой за 305 дней лактации, кг	7056,5 ±406,8	7314,5 ±113,2	7639,7 ±578,8	7844,0 ±194,0	7373,5 ±600,6	6933,3 ±236,2	7280,6 ±330,0	7363,4 ±95,2

Различия достоверны: * $P \leq 0,05$ ** $P \leq 0,01$ *** $P \leq 0,001$ по отношению к первой группе

Таблица 2 – Характеристика хозяйственно-полезных признаков у коров с различным уровнем β -гидроксibuтирата в послеродовой период

Показатель	1 лактация		2 лактация		3...7 лактация		В среднем	
	1	2	1	2	1	2	1	2
Группа								
Количество животных	142	75	67	57	56	68	265	200
Средняя концентрация β -гидроксibuтирата, ммоль/л	0,47 $\pm 0,01$	1,00 $\pm 0,06$	0,50 $\pm 0,01$	1,04 $\pm 0,06$	0,47 $\pm 0,02$	1,20 $\pm 0,08$	0,48 $\pm 0,01$	1,07 $\pm 0,04$
Минимальная концентрация β -гидроксibuтирата, ммоль/л	0,1	0,7	0,2	0,7	0,1	0,7	1,3	0,7
Максимальная концентрация β -гидроксibuтирата, ммоль/л	0,6	3,6	0,6	3,2	0,6	3,8	0,6	3,4
Кратность осеменения на оплодотворение, раз	2,5 $\pm 0,1$	2,7 $\pm 0,2$	2,7 $\pm 0,2$	2,8 $\pm 0,2$	3,0 $\pm 0,3$	2,7 $\pm 0,2$	2,7 $\pm 0,1$	2,7 $\pm 0,1$
Период от отела до оплодотворения, дней	158,5 $\pm 10,6$	200,5 $\pm 16,7^*$	155,6 $\pm 11,0$	184,8 $\pm 9,5^*$	152,4 $\pm 10,2$	147,2 $\pm 13,5$	156,7 $\pm 7,1$	177,9 $\pm 7,3^*$
Удой за 100 дней лактации, кг	2809,9 $\pm 38,2$	2758,0 $\pm 54,0$	3334,8 $\pm 73,9$	3281,3 $\pm 101,7$	3043,1 $\pm 113,0$	3023,1 $\pm 110,4$	2991,8 $\pm 38,8$	2993,5 $\pm 53,6$
Коэффициент устойчивости лактации, %	91,6 $\pm 1,2$	91,9 $\pm 1,9$	87,4 $\pm 2,3$	85,0 $\pm 2,5$	81,3 $\pm 2,8$	85,7 $\pm 2,1$	88,3 $\pm 1,1$	87,8 $\pm 1,2$
Средняя продолжительность лактации, дней	344,0 $\pm 9,8$	390,1 $\pm 17,9^*$	337,9 $\pm 16,4$	358,9 $\pm 15,5$	329,5 $\pm 12,2$	321,9 $\pm 12,3$	339,8 $\pm 7,1$	358,9 $\pm 9,3$
Удой за всю лактацию, кг	8217,7 $\pm 255,1$	8814,3 $\pm 366,8$	8410,2 $\pm 360,3$	9060,6 $\pm 403,3$	7506,8 $\pm 395,0$	7210,0 $\pm 373,3$	8109,9 $\pm 186,5$	8369,5 $\pm 227,2$
Удой за 305 дней лактации, кг	7366,1 $\pm 150,1$	7095,6 $\pm 186,9$	7868,7 $\pm 273,4$	7763,0 $\pm 231,7$	6975,2 $\pm 316,4$	6983,0 $\pm 303,6$	7367,3 $\pm 120,4$	7281,2 $\pm 146,4$

Различия достоверны: * $P \leq 0,05$ по отношению к первой группе

ВЫВОДЫ / CONCLUSION

Проведенные исследования свидетельствуют, что в послеродовом периоде у большинства животных наблюдается повышенное содержание глюкозы в крови. Высокий уровень данного углевода ассоциирован с удлинением периода бесплодия и снижением оплодотворяемости. Причиной гипергликемии, возможно, является снижение восприимчивости тканей к ее эффективному поглощению на фоне метаболических нарушений, которые сопровождаются патологией органов, участвующих в регуляции уровня углевода (поджелудочная железа, надпочечники, печень и т.д.). Так же гипергликемия может быть обусловлена изменением оптимального отношения летучих жирных кислот образующихся в рубце по причине высококонцентратного типа кормления. Повышение уровня β -гидроксibuтирата в крови более 0,7 ммоль/л так же негативно сказывается на воспроизводительной функции коров, что требует коррекции метаболических процессов в послеродовом периоде.

THE EFFECT OF THE CONCENTRATION OF β - HYDROXYBUTYRATE AND GLUCOSE IN THE BLOOD ON THE REPRODUCTIVE FUNCTION AND MILK PRODUCTIVITY OF COWS

Nikolaev S. V. – Candidate of Veterinary Sciences, Researcher, (ORCID 0000-0001-5485-4616).

Zhuravsky Institute of Agrobiotechnologies of the Komi Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences

*semen.nikolaev.90@mail.ru

ABSTRACT

The intensity of metabolic processes in highly productive cows is associated with metabolic disorders and the development of dystrophic changes in the body. The paper evaluates the effect of the concentration of β -hydroxybutyrate and glucose in the blood of new-bodied cows on the indicators of reproductive ability and milk productivity. To do this, venous blood was obtained from cows

of different ages after childbirth, where the concentration of glucose and β -hydroxybutyrate was determined. Depending on the level of glucose and ketone bodies, animals were retrospectively differentiated into groups and the severity of economically useful signs was determined. It was found that cows with a glucose level above 3.3 mmol/l required 0.6 more inseminations ($P \leq 0.01$), compared with animals whose indicators were in the range of 2.2...3.3 mmol/l. At the same time, the greatest difference in the multiplicity of insemination was present in animals 3...7 lactation (1.2 inseminations per fertilization; $P \leq 0.001$). The period from calving to fertilization in cows with a high glucose content was longer by 39.4 days ($P < 0.05$), while the maximum deviation was found among animals older than the 2nd lactation (by 43.4%; $P < 0.05$). An increase in the level of β -hydroxybutyrate over 0.7 mmol/l was also accompanied by a deterioration in reproductive function. Thus, the lengthening of the infertility period for all lactation was 21.2 days ($P \leq 0.05$). The most pronounced negative effect on reproductive function in ketonemia was observed in first-heifers and cows of the second lactation. So, after the first birth, the lengthening of the period from calving to fertilization was 42.0 days ($P < 0.05$), and after the second lactation - 29.2 days ($P < 0.05$). Thus, an increase in the level of glucose and β -hydroxybutyrate in the blood negatively affects, first of all, the reproductive function of cows, and to a lesser extent, the indicators of milk productivity.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Baimishev M. Markers of lipid metabolism and antioxidant system of organisms of cows depending on their physiological state / M. Baimishev, S. Yeregin, K. Plemyashov, H. Baimishev, I. Konopeltsev // XII International Scientific Conference on Agricultural Machinery Industry, 10-13 September 2019, Don State Technical University, Russian Federation: IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science Vol.403 (2019) 012013.
2. Chalmeh A, Pourjafar M, Badiel K, Jalali M, Mazrouei Sebdani M. The comparative

effects of dietary monensin and propylene glycol on insulin resistance of transition dairy cows. *Tropical Animal Health and Production*. 2019. 52; 1573-1582.

3. Chalmeh A., Pourjafar M, Nazifi S, Momenifar F, Mohamadi cheshmehgol M. Insulin resistance in different physiological states of high producing Holstein dairy cows. *Acta Scientiae Veterinariae*. 2015. 43; 1-7.

4. De Koster J.D., Opsomer G. Insulin resistance in dairy cows. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. 2013. 29; 299-322. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2013.04.002>

5. Nikolaev S. Evaluation of intraperitoneal administration of glucose solution using in the treatment of ketosis in dairy cows. *FASEB Journal*. 2022. Т. 36. № S1. P. 04415. <https://doi.org/10.1096/fasebj.2022.36.S1.R4415>

6. Pourjafar M., Chalmeh A., Mazrouei Sebdani M. Metabolic Syndrome and Insulin Resistance in Transition Dairy Cows // *Journal of veterinary clinical research*. 2021. Т. 12. №. 1. 75-76.

7. Нежданов А.Г., Сафонов В.А., Чусова Г.Г., Синёва А.М., Лободин К.А., Лукина В.А., Панфилов Р.Ю. Состояние гепатобилиарной системы у молочных коров при послеродовой гипофункции яичников // *Ветеринария*. 2020. № 9. С. 41-46. DOI: 10.30896/0042-4846.2020.23.9.41-46

8. Николаев С.В. Эффективность глюкозы при внутрибрюшинном введении коровам с кетозом. *Ветеринария*. 2021. № 12. С. 44-49. 10.30896/0042-4846.2021.24.12.44-49

9. Николаев С.В., Конопельцев И.Г. Биохимические показатели крови у коров-первотелок и их корреляция с воспроизводительной функцией. *Международный вестник ветеринарии*. 2021. № 3. С. 185-191. DOI: 10.17238/issn2072-2419.2021.3.185

10. Медведева М.А. Клиническая ветеринарная лабораторная диагностика. Справочник для ветеринарных врачей. М.: «Аквариум Принт», 2013; 416 с.

11. Сафонов В.А., Нежданов А.Г., Михайлов В.И., Синева А.М., Лободин К.А., Лукина В.А., Панфилов Р.Ю. Концентрация глюкозы в крови молочных коров как

индикатор супрессии овуляторной функции яичников после родов // *Молочное и мясное скотоводство*. 2020. № 2. С. 42-46. DOI 10.33943/MMS.2020.64.22.009

12. Синёва А.М., Лысенко А.В., Нежданов А.Г., Сафонов В.А., Лукина В.А., Лободин К.А., Панфилов Р.Ю. Метаболический профиль крови молочных коров в динамике послеродового периода при восстановлении и депрессии овуляторной функции яичников // *Вестник российской сельскохозяйственной науки*. 2020. № 1. С. 59-63. DOI: 10.30850/vrsn/2020/1/59-63

13. Требухов А.В. Клинико-биохимические аспекты кетоза у молочных коров // *Ветеринария*. 2017. №10. С. 46-49.

14. Ширяев Г.В., Никитин Г.С. Оценка применения кормовых добавок при субклиническом кетозе у высокопродуктивных коров // *Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии*. 2020. № 2. С. 45-50.

REFERENCE

1. Baimishev M. Markers of lipid metabolism and antioxidant system of organisms of cows depending on their physiological state / M. Baimishev, S. Yeregin, K. Plemyashov, H. Baimishev, I. Konopeltsev // XII International Scientific Conference on Agricultural Machinery Industry, 10-13 September 2019, Don State Technical University, Russian Federation: IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science Vol.403 (2019) 012013.

2. Chalmeh A, Pourjafar M, Badieli K, Jalali M, Mazrouei Sebdani M. The comparative effects of dietary monensin and propylene glycol on insulin resistance of transition dairy cows. *Tropical Animal Health and Production*. 2019. 52; 1573-1582.

3. Chalmeh A, Pourjafar M, Nazifi S, Momenifar F, Mohamadi chesh-mehgol M. Insulin resistance in different physiological states of high producing Holstein dairy cows. *Acta Scientiae Veterinariae*. 2015. 43; 1-7.

4. De Koster J.D., Opsomer G. Insulin resistance in dairy cows. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. 2013. 29; 299-322. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2013.04.002>

j.cvfa.2013.04.002

5. Nikolaev S. Evaluation of intraperitoneal administration of glucose solution using in the treatment of ketosis in dairy cows. *FASEB Journal*. 2022. Vol. 36. No. S1. P. 04415. <https://doi.org/10.1096/fasebj.2022.36.S1.R4415>

6. Pourjafar M., Chalmeh A., Mazrouei Sebdani M. Metabolic Syndrome and Insulin Resistance in Transition Dairy Cows // *journal of veterinary clinical research*. 2021. Vol. 12. no. 1. 75-76.

7. Nezhdanov A.G., Safonov V.A., Chusova G.G., Sineva A.M., Lobodin K.A., Lukina V.A., Panfilov R.Yu. The state of the hepatobiliary system in dairy cows with postpartum ovarian hypofunction// *Veterinary medicine*. 2020. No. 9. pp. 41-46. DOI: 10.30896/0042-4846.2020.23.9.41-46

8. Nikolaev S.V. The effectiveness of glucose in intraperitoneal administration to cows with ketosis. *Veterinary medicine*. 2021. No. 12. P. 44-49. 10.30896/0042-4846.2021.24.12.44-49

9. Nikolaev S.V., Konopeltsev I.G. Biochemical blood parameters in first-calf cows and their correlation with reproductive function. *International Bulletin of Veterinary Medicine*. 2021. No. 3. pp. 185-191. DOI: 10.17238/issn2072-2419.2021.3.185

10. Medvedeva M.A. Clinical veterinary laboratory diagnostics. Handbook for veterinarians. M.: "Aquarium Print", 2013; 416 p.

11. Safonov V.A., Nezhdanov A.G., Mikhalev V.I., Sineva A.M., Lobodin K.A., Lukina V.A., Panfilov R.Yu. Glucose concentration in the blood of dairy cows as an indicator of ovarian ovulatory function suppression after childbirth// *Dairy and beef cattle breeding*. 2020. No. 2. pp. 42-46. DOI 10.33943/MMS.2020.64.22.009

12. Sineva A.M., Lysenko A.V., Nejdano A.G., Safonov V.A., Lukina V.A., Lobodin K.A., Panfilov R.Yu. Metabolic profile of blood of dairy cows in the dynamics of the postpartum period during recovery and depression of ovulatory function of the ovaries// *Bulletin of the Russian Agricultural Science*. 2020. No. 1. pp. 59-63. DOI: 10.30850/vrsn/2020/1/59-63

13. Trebukhov A.V. Clinical and biochemical aspects of ketosis in dairy cows // *Veterinary medicine*. 2017. No. 10. pp. 46-49.

14. Shiryayev G.V., Nikitin G.S. Evaluation of the use of feed additives in subclinical ketosis in highly productive cows // *Issues of regulatory regulation in veterinary medicine*. 2020. No. 2. pp. 45-50.