

**МЕТАБОЛИЧЕСКИЙ ПРОФИЛЬ КОРОВ ПРИ КОРРЕКЦИИ ПИТАНИЯ
В КОНЦЕ СУХОСТОЙНОГО ПЕРИОДА И НАЧАЛЕ ЛАКТАЦИИ*****Н.В. Боголюбова, В.Н. Романов**, кандидаты биологических наук,
В.А. Багиров, член-корреспондент РАНФедеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста,
142132, Московская область, Подольск, п. Дубровицы, 60
E-mail: 652202@mail.ru

Изучены показатели активности ферментов крови, клинического статуса, антиоксидантной защиты, концентрации кортизола и тироксина в организме новотельных коров при комплексном использовании в питании в сухостойный и послеродовой период физиологически активных веществ пробиотического, антиоксидантного, адсорбирующего, гепатопротекторного действия. Установлены положительные изменения в организме животных при коррекции питания с использованием разработанного комплекса. Отмечали снижение активности АСТ, содержания общего билирубина – на 35% ($p < 0,05$) и 40,4% ($p < 0,01$), повышение активности АЛТ на 10,3 ($p < 0,001$) и 12,0% ($p < 0,05$), снижение активности гамма-глутаминтрансферазы на 18,1 и 17,1% ($p < 0,01$), лактатдегидрогеназы – на 12,4 и 17,2% ($p < 0,05$) в организме коров опытной группы. Отмечены положительные изменения в состоянии антиоксидантной защиты организма коров, потреблявших комплекс дополнительного питания. В среднем за период эксперимента среднесуточный удой коров контрольной группы составил 31,73 кг, а опытной – 34,78 кг ($p < 0,05$) при содержании жира в молоке 3,75 и 3,78%, соответственно.

**METABOLIC PROFILE OF COWS DURING FOOD CORRECTION
AT THE END OF THE DRY PERIOD AND THE BEGINNING OF LACTATION****Bogolyubova N.V., Romanov V.N., Bagirov V.A.**L.K. Ernst Federal Research Center for Animal Husbandry,
142132, Moskovskaya oblast, Podolsk, p. Dubrovitsi, 60
E-mail: 652202@mail.ru

The indicators of the activity of blood enzymes, clinical status, antioxidant protection, the concentration of cortisol and thyroxin in the body of cows were studied with the combined use of physiologically active substances of probiotic, antioxidant, adsorbent, hepatoprotective action in the dry and postpartum period. Positive changes in the body of cows were established during nutritional correction using the developed complex. There was a decrease in AST activity, total bilirubin content by 35% ($p < 0.05$) and 40.4% ($p < 0.01$), an increase in ALT activity by 10.3% ($p < 0.001$) and 12.0% ($p < 0.05$), a decrease in GGT activity by 18.1% and 17.1% ($p < 0.01$), LDH by 12.4 and 17.2% ($p < 0.05$) in the cows of the experimental group. Positive changes in the state of the antioxidant defense of the body of cows that consumed AFC were noted. On average, over the period of the experiment, the average daily milk yield in cows in the control group was 31.73 kg, and in the experimental group – 34.78 kg ($p < 0.05$) with fat content, respectively, 3.75 and 3.78%.

Ключевые слова: коровы, активность ферментов крови, антиоксидантная защита, гормоны, комплекс дополнительного питания

Key words: cows, activity of blood enzymes, antioxidant protection, hormones, additional nutritional complex

Необходимое условие для полной реализации генетического потенциала молочной продуктивности коров – научно-обоснованное и рациональное кормление. Промышленная технология производства молока, круглогодичное стойловое содержание сопровождается влиянием стрессовых ситуаций на организм животных, что служит причиной возникновения различных метаболических заболеваний [1,2]. При этом высокопродуктивные коровы в большей степени подвержены воздействию стрессов и метаболическим нарушениям, чем низкопродуктивные, так как высокая продуктивность неразрывно связана с повышенным уровнем биосинтетических процессов в органах и системах организма [3].

Особо значим транзитный период, включающий 3 недели до и 2-3 недели после отела, характеризующийся сложной морфофункциональной перестройкой метаболических процессов в организме коров к лактации как к естественному физиологическому стрессу [4-6]. При этом требуется адаптация системы пищеварения и обмена веществ к структурным изменениям рациона, так как для восполнения энергетических потребностей новотельных коров практикуется скармливание больших количеств концентрированных, богатых крахмалом кормов, что обуславливает снижение кислотности

рубцового содержимого, повышая риски развития подострого ацидоза, кетоза, последующих гепатозов [7-9]. Поскольку жвачные, благодаря эволюционно сложившемуся наличию симбиотической микрофлоры в рубце, приспособлены к перевариванию структурных углеводов растительных кормов и менее приспособлены к высококонцентратным рационам, то при ацидозах происходит гибель целлюлозолитических микроорганизмов, важнейших продуцентов энергопластических летучих жирных кислот, в частности ацетата, для синтеза компонентов молока. Таким образом, гиподисфункция преджелудков в послеродовой период – одна из причин дефицита питательных веществ и энергии в организме, что приводит к метаболическим нарушениям, снижению иммунитета и продуктивности коров.

Кормовой стресс, вызываемый потреблением избытка крахмалсодержащих компонентов, отрицательно сказывается на функциональном состоянии печени, регулирующей гомеостаз организма, участвующей в многочисленных реакциях углеводно-жирового и белкового обмена, синтезе витаминов и гормонов, детоксикации антипитательных веществ и ксенобиотиков. Нагрузка на этот жизненно важный орган в послеродовой период существенно возрастает [10].

Негативные сдвиги метаболического статуса могут

*Работа выполнена при финансовой поддержке фундаментальных научных исследований Минобрнауки России в рамках Государственного задания.

вызывать окислительный стресс в организме, при котором продукты перекисного окисления липидов (ПОЛ) нарушают структуру и функции клеточных и субклеточных мембран, подавляют клеточные механизмы энергообеспечения, ингибируют биосинтез белка и нуклеиновых кислот [11, 12]. В этих условиях организм животного расходует значительное количество энергии и биологически активных веществ не на рост, развитие и биосинтез компонентов молока, а на сохранение гомеостаза и поддержание жизненных функций такими алиментарными факторами, как полиненасыщенные жирные кислоты или окисленные жирные кислоты, представляющими собой окислительную нагрузку на организм через образование продуктов ПОЛ и повышенное потребление эндогенных антиоксидантов. Другими алиментарными источниками для генерации окислителей служат различные ксенобиотики в кормах, такие как пестициды, органические растворители и микотоксины, индуцирующие печеночную ксенобиотическую систему, генерирующую окислители в качестве побочных продуктов [13].

Для обеспечения биологически полноценного питания высокопродуктивных молочных коров недостаточно только рационального кормления традиционными кормами. Требуется дополнительные энергопластические материалы для оптимизации функционирования систем организма. Для этого целесообразно использование средств профилактики и коррекции нарушений пищеварительных и обменных процессов в виде эрготропных веществ направленного гепатопротекторного, антистрессидирующего и иммуномодулирующего действия и их комплексов.

На основании результатов предварительно проведенных исследований в ФИЦ ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста разработан комплекс дополнительного питания (КДП), в состав которого входят минерал шунгит – 35%, холин в защищенной от воздействия рубцовой микрофлоры форме – 10%, пробиотик «Целлобактерин+» – 15%, жмых льняной – 40%.

Цель исследований состояла в изучении биохимических показателей, характеризующих функциональную деятельность печени, клинический, антиоксидантный и гормональный статус в организме новотельных коров при коррекции питания в предотельный и ранний послетельный периоды путем применения КДП.

Методика. Эксперимент проводили в 2019 г. в условиях хозяйства «Кленово-Чегодаево» на коровах черно-пестрой голштинизированной породы 2-3 лактации с продуктивностью 7500 кг молока. Были сформированы 2 группы коров (контрольная и опытная) по 8 голов в каждой в условиях зимне-стойлового содержания с переходом на пастбищное. Основной рацион коров в сухостойный период включал сено злаково-бобовое (4 кг), кормосмесь сенажа из многолетних трав (7 кг) силоса кукурузного (12 кг) и концентратов (2,5 кг). При раздое рацион коров включал кормосмесь из силоса кукурузного и сенажа из многолетних трав (8+14 кг), сено злаково-бобовое (3 кг), патоку (1 кг) и концентраты (12 кг). Рационы были сбалансированы по нормам ВИЖ [14]. Помимо основного рациона животным опытной группы за 20 дней до отела и в течение 60 дней после него скармливали КДП в количестве 200 г на голову в сутки в утреннее кормление в смеси с концентратами.

Для изучения метаболического и антиоксидантного статуса организма коров через месяц после отела и в конце эксперимента проводили отбор проб крови из яремной вены. Оценивали активность ферментов аланинаминотрансферазы (АЛТ), аспаргатаминотрансферазы (АСТ), щелочной фосфатазы (ЩФ), гамма-глутаминтрансферазы (ГГТ), креатинкиназы,

лактатдегидрогеназы (ЛДГ), холинэстеразы (ХЭ) с помощью реагентов фирм Analyticon Biotechnologies AG (Германия), Spinreact (Испания) на автоматическом биохимическом анализаторе ChemWell (Awareness Technology, США) в отделе физиологии и биохимии сельскохозяйственных животных ФИЦ ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста. Клинические показатели определяли на анализаторе гематологическом ABC VET (HORIBA ABX Diagnostics Inc., Франция) с использованием реагентов «Юни-Гем» (ООО «Реамед», Россия). Концентрацию кортизола и тироксина определяли иммуноферментным методом, содержание продуктов, реагирующих с тиобарбитуровой кислотой (ТБК АП) – с использованием наборов «Агат-Мед» (Россия), активность церулоплазмينا – по методу Ревина [15], суммарное содержание водорастворимых антиоксидантов (СКВА) – амперометрическим методом на приборе «ЦветЯуза-01-АА» с амперометрическим детектором («Химвавтоматика», Россия).

Результаты и обсуждение. Изучение биохимических показателей, характеризующих функциональную деятельность печени, показало, что использование в кормлении коров в транзитный период комплекса дополнительного питания способствовало их положительным изменениям (табл. 1).

Тенденция к снижению активности АСТ, содержания общего билирубина в конце эксперимента на 40,4% ($p < 0,01$) и через месяц после отела на 35% ($p < 0,05$), а также повышение активности АЛТ на 10,3% ($p < 0,001$) через месяц после отела и на 12,0% ($p < 0,05$) в конце эксперимента в организме коров опытной группы свидетельствует о положительном влиянии КДП на функциональную деятельность печени и сердечно-сосудистой системы.

Фермент ГГТ, катализирующий перенос гамма-глутамилового остатка с гамма-глутамилового пептида на аминокислоту, другой пептид или иную субстратную молекулу, локализован в мембране, лизосомах и цитоплазме, причем мембранная локализация фермента характерна для клеток с высокой секреторной, экскреторной или реабсорбционной способностью. Активность ГГТ сыворотки крови обычно связана с экскрецией синтезируемого в печени фермента и в норме незначительна, однако при заболеваниях печени и желчевыводящих путей повышается [18]. В исследованиях El-Ghoul W. et al. установлено, что активность ГГТ на поздних сроках стельности значительно ниже, чем в первую и шестую неделю после отела, когда возрастает нагрузка на печень [19].

При использовании КДП отмечено снижение активности ГГТ как через месяц после отела, так и в конце эксперимента. При этом у коров контрольной группы показатель соответствовал верхнему пределу нормы (4,9-26,0 Ед/л), а у животных опытной группы был ниже на 18,1 и 17,1% при достоверной разности ($p < 0,01$) в конце эксперимента.

Установлено снижение активности ЛДГ – внутриклеточного гликолитического фермента, участвующего в обратимом превращении лактата в пируват и содержащегося в большинстве тканей организма, на 12,4 и 17,2% ($p < 0,05$) в организме коров опытной группы. При этом через месяц после отела значения показателя у коров контрольной группы были на границе физиологической нормы, а в конце – даже выше, что указывает на гипофункцию печени. Liu P. et al. считают, что активность печеночных ферментов в молоке коров также является маркером функциональной деятельности этого важного органа [20].

Креатинкиназа – фермент, который стимулирует превращение креатина в креатинфосфат и обеспечивает энергией мышечное сокращение, катализируя

Табл.1. Биохимические показатели, характеризующие функциональное состояние печени

Показатель	Группа		Норма [16,17]
	контрольная	опытная	
Через 30 дней после отела			
Билирубин общий, мкМ/л	5,31±0,64	3,45±0,34*	1,16-8,18
АЛТ, МЕ/л	20,84±0,30	22,99±0,25***	12-35
АСТ, МЕ/л	72,51±1,40	69,96±0,68	46-108
Коэффициент де Ритиса, АСТ/АЛТ	3,48±0,06	3,04±0,05***	
Щелочная фосфатаза, МЕ/л	43,82±0,81	76,16±1,07***	41-187
ГГТ, Ед/л	25,02±2,03	20,50±2,28	4,9-26,0
Креатинкиназа, Ед/л	64,58±4,25	62,87±5,48	14-107
ЛДГ, Ед/л	1437±59,28	1259±30,26*	692-1445
Холинэстераза, Ед/л	790±75,62	954±117,61	300-1200
Через 60 дней после отела			
Билирубин общий, мкМ/л	3,39±0,38	2,02±0,05**	1,16-8,18
АЛТ, МЕ/л	23,14±0,32	25,92±1,03*	12-35
АСТ, МЕ/л	71,29±0,96	66,51±2,32	46-108
Коэффициент де Ритиса, АСТ/АЛТ	3,08±0,06	2,58±0,1**	
Щелочная фосфатаза, МЕ/л	51,22±3,18	80,04±4,14***	41-187
ГГТ, Ед/л	25,42±0,76	21,08±0,72**	4,9-26,0
Креатинкиназа, Ед/л	72,07±3,19	84,61±4,32*	14-107
ЛДГ, Ед/л	1579±76,73	1307±60,6*	692-1445
Холинэстераза, Ед/л	1260±41,63	1123±25,5*	300-1200
* p<0,05; ** p<0,01; *** p<0,001, по сравнению с контрольной группой			

реакцию переноса фосфорильного остатка с АТФ на креатин с образованием креатинфосфата и АДФ. Через месяц после отела наблюдалась тенденция к снижению концентрации креатинкиназы у животных опытной группы. В конце эксперимента у коров, получавших добавку, активность этого фермента достоверно повысилась на 17,4%, по сравнению с показателем в контрольной группе (p<0,05).

У животных опытной группы показатели активности холинэстеразы были в физиологических пределах и более низкими относительно уровня животных контрольной группы, у которых в конце эксперимента превышали норму.

Использование КДП в кормлении коров за 20 дней до и в течение 60 дней после отела положительно повлияло на клинические показатели организма. Так, в крови животных опытной группы через месяц после отела и в конце эксперимента наблюдали снижение содержания лейкоцитов на 11,9 (p<0,001) и 17,5% (p<0,01), по сравнению с контролем, при увеличении содержания эритроцитов на 6,3% (p<0,05), что может указывать на укрепление патогенетической резистентности организма коров.

Действие КДП положительно сказалось и на гормональном статусе животных (табл. 2). В сыворотке крови коров содержание тироксина колеблется в пределах 54-110 нМоль/л [17] и может снижаться при кетозе, остео дистрофии и гепатодистрофии. В наших исследо-

ваниях концентрация тироксина в сыворотке крови животных обеих групп была ниже физиологической нормы, но у коров опытной группы этот показатель был выше на 15,74%, составляя 41,38 нМоль/л, приближаясь к нижней границе нормы.

Кортизол – гормон коры надпочечников, являющийся гормоном стресса, воздействуя на метаболизм белков, углеводов, липидов и электролитный баланс способствует защите организма от любых резких изменений физиологического равновесия. Под его влиянием усиливается протеолиз (гликоксигенез) с последующим образованием из продуктов распада углеводов. Содержание кортизола в сыворотке крови коров опытной группы, по сравнению с контрольной, было больше почти в 2 раза, что может быть связано с повышенным уровнем глюконеогенеза в связи с увеличением молочной продуктивности.

Известно, что высокая интенсивность обменных процессов у коров в начале лактации приводит к повышению стресс-чувствительности к негативным факторам, активизирует прооксидантные процессы, снижает иммунитет и способствует развитию различных патологий [21]. Активность свободнорадикального окисления липидов оценивают по накоплению липидных перекисей, которые определяют количеством ТБК АП или в форме малонового диальдегида. Повышение их концентрации свидетельствует об активации процессов ПОЛ или о снижении антиоксидантной защиты организма, а пониженная или стабильная концентрация продуктов ПОЛ свойственна здоровому организму с хорошо функционирующей антиоксидантной защитой. В наших исследованиях содержание ТБК АП в сыворотке крови коров обеих групп возрастало в течение лактации на 2,8-3,0%. При этом в сыворотке крови животных опытной группы величина этого показателя была ниже при обоих отборах крови. Так, через месяц после отела разница между группами составляла 6,4%, в конце эксперимента – 6,2%, что свидетельствует о положительном влиянии компонентов комплексной добавки на антиоксидантный статус организма коров.

Это влияние подтверждает и более высокое содержание церулоплазмينا в крови коров, получавших добавку. Церулоплазмин – медьсодержащий белок, который синтезируется в печени и рассматривается как один из факторов нейроэндокринной регуляции и естественной защиты организма при стрессовых ситуациях и воспалительных процессах. Церулоплазмин – один из основных антиоксидантов плазмы крови, который перехватывает свободнорадикальные формы кислорода, предохраняя от их повреждающего действия липидосодержащие биоструктуры [15]. В наших исследованиях через месяц после отела концентрация церулоплазмينا у животных контрольной и опытной групп была одинаковой. К концу эксперимента у коров контрольной группы показатель снизился на 11,8%, а у животных опытной, наоборот, повысился на 11,8%, что можно отнести к положительному действию КДП.

Не исключено положительное действие минерала шунгит, входящего в состав КДП, на содержание водорастворимых антиоксидантов. Так, в крови коров контрольной группы через месяц после отела их уровень составлял 14,18 мг/л, а в конце эксперимента – 18,89 мг/л, что на 0,17 и 0,72 мг/л меньше, чем у животных опытной группы.

При выявленных изменениях биохимических и клинических показателей через месяц после отела среднесуточный удой у коров контрольной группы составил 31,3 кг молока жирностью 3,73%, в опытной – 33,7 кг жирностью 3,76%. Через 2 месяца после отела среднесуточный удой у коров опытной группы достигал 35,88 кг, что на 3,72 кг, или 11,1% больше, чем у жи-

Табл.2. Антиоксидантный и гормональный статус организма коров

Показатель	Группа		Показатель опытной группы к контрольной	
	контрольная	опытная	±	%
Через 30 дни после отела				
Тироксин, нМоль/л	35,75±4,44	41,38±2,32	+5,63	15,75
Кортизол, нМоль/л	87,61±12,30	140,30±39,1	+52,69	60,1
Индекс кортизол/тироксин	2,45	3,39		
ТБК АП, мкМоль/л	3,92±0,32	3,67±0,20	-0,25	6,4
Церулоплазмин, мг/л	170,0±10,0	170,0±10,0	0	0
Содержание водорастворимых антиоксидантов, мг/л	14,18±0,98	14,35±0,91	+0,17	1,2
Через 60 дни после отела				
ТБК АП, мкМоль/л	4,03±0,12	3,78±0,19	-0,25	6,2
Церулоплазмин, мг/л	150,0±40,0	190,0±10,0	+40	26,7
Содержание водорастворимых антиоксидантов, мг/л	18,89±0,9	19,61±0,9	+0,72	3,8

вотных контрольной группы. В среднем за период эксперимента среднесуточный удой у коров контрольной группы составил 31,73 кг, опытной – 34,78 кг (p<0,05) при жирномолочности 3,75 и 3,78%, соответственно.

Таким образом, положительные изменения метаболического профиля новотельных коров при использовании в рационе комплекса дополнительного питания с включением физиологически активных веществ пробиотического, антиоксидантного, энтеросорбирующего и липотропного действия способствовали повышению молочной продуктивности.

Литература

1. Громыко Е.В. Оценка состояния организма коров методами биохимии // Экологический вестник Северного Кавказа. 2005. №2. С.80-94.
2. Романов В.Н., Воробьева С.В., Девяткин В.А., Иванова Г.В., Прохоров И.Ю. Влияние добавки L-карнитина на процессы пищеварения, рост бычков и продуктивность молочных коров // Проблемы биологии продуктивных животных. 2012. № 3. С. 104-112.
3. Falk M., Münger A., Zbinden R.S., Gross J.J., Bruckmaier R.M., Hess H.D., Dohme-Meier F. Effects of concentrate supplementation in early lactation on nutrient efficiency, ruminal fermentation and reticular pH of zero-grazing dairy cows with differing milk production potentials // Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition. 2018. V.102 (6). P. 1497-1508. DOI:10.1111/jpn.12978.
4. Mulligan F.J., Doherty M.L. Production diseases of the transition cow // Veterinary Journal. 2008. V. 176. P. 3-9. DOI: 10.1016/j.tvj.2007.12.018.
5. Харитонов Е.Л. Лечение субклинических кетозов высокопродуктивных молочных коров // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2018. № 5. С. 65-70.
6. Trevisi E., Amadori M., Bakudila A.M. Metabolic changes in dairy cows induced by oral, low-dose interferon alpha

treatment // Journal of Animal Science. 2009. V. 87. P.3020-3029. DOI: 10.2527/jas.2008-1178.

7. Миколайчик И.Н., Морозова Л.А., Максимова Е.С. Метод оптимизации биологической полноценности кормления высокопродуктивных коров // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2014. № 11. С. 43-51.
8. Krause K.M., Oetzel G.R. Understanding and preventing sub-acute ruminal acidosis in dairy herds: a review // Animal Feed Science and Technology. 2006. V. 126. P.215-236.
9. Vailati-Riboni M., Kanwal M., Bulgari O., Meier S., Priest N.V., Burke C.R., Kay J.K., McDougall S., Mitchell M.D., Walker C.G., Crookenden M., Heiser A., Roche J.R., Loor J.J. Body condition score and plane of nutrition prepartum affect adipose tissue transcriptome regulators of metabolism and inflammation in grazing dairy cows during the transition period // Journal of Dairy Science. 2016. V. 99. P.758-770. DOI: 10.3168/jds.2015-10046.
10. Романов В.Н., Боголюбова Н.В., Чабаев М.Г., Некрасов Р.В., Девяткин В.А., Лантев Г.Ю., Новикова В.И., Ильина Л.А., Никонов И.И. Способы оптимизация пищеварительных, обменных процессов и функций печени у молочного скота. Монография. Дубровицы, 2015. 152 с.
11. Эколого-адаптационная стратегия защиты здоровья и продуктивности животных в современных условиях / отв. ред. А.Г. Шахов. Воронеж: Воронежский государственный университет, 2001. 207 с.
12. Оковитый С.В., Шуленин С.Н., Смирнов А.В. Клиническая фармакология антигипоксантов и антиоксидантов. СПб.: ФАРМиндекс, 2005. 72 с.
13. Alpsyoy L., Yalvac M.E. Key roles of vitamins A, C, and E in aflatoxin B1 induced oxidative stress // Vitamins and Hormones. 2011. V. 86. P.287-305. DOI: 10.1016/B978-0-12-386960-9.00012-5.
14. Нормы потребностей молочного скота и свиней в питательных веществах. Монография / Под.ред. Р.В. Некрасова, А.В. Головина, Е.А. Махаева. М., 2018. 290 с.
15. Кондрахин Н.П. Методы ветеринарной клинической лабораторной диагностики. М.: Колос, 2004. 520 с.
16. Гусев И.В., Боголюбова Н.В., Рыков Р.А., Левина Г.Н. Контроль биохимического статуса свиней и коров: руководство. Дубровицы: ФГБНУ ВИЖ им. Л.К.Эрнста, 2019. 40 с.
17. Kaneko J., Harvey J., Bruss M. Clinical Biochemistry of Domestic Animals. Academic Press, 2008. 928 p.
18. Stojevic Z., Piršljn J., Milinkovi Tur. S., Zdelar-Tuk M., Ljubić B.B. Activities of AST, ALT and GGT in clinically healthy dairy cows during lactation and in the dry period // Veterinarski arhiv. 2005. V. 75. P.67-73.
19. El-Ghoul W., Hofmann W., Khamis Y. Beziehungen zwischen Klauenerkrankungen und peripartalen Zeitraum bei Milchrindern // Der Praktische Tierarzt. 2000. V.82. P.862-868.
20. Liu P., He B.X., Yang X.L., Hou X.L., Yang X.L., Han J.B., Han Y.H., Nie. P., Fang H., Deng, Du X.H. Bioactivity evaluation of certain hepatic enzymes in blood plasma and milk of Holstein cows // Pakistan Veterinary Journal. 2012. V.32. P.601-604.
21. Венцова И.Ю. Показатели антиоксидантного статуса у высокопродуктивных коров в динамике сухостойного и послеродового периодов // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. 2012. № 4. С. 46-48.

Поступила в редакцию 27.11.2020
 После доработки 25.12.2020
 Принята к публикации 12.01.2021