

Н.В. Боголюбова

Федеральный исследовательский
центр животноводства — ВИЖ
им. академика Л.К. Эрнста,
Подольск, Московская обл., Россия

✉ 652202@mail.ru

Поступила в редакцию:

10.10.2023

Одобрена после рецензирования:

30.03.2023

Принята к публикации:

14.04.2023

Research article

 creative commons

Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-370-5-38-41

Nadezhda V. Bogolyubova

Federal Research Center for Animal
Husbandry named after Academy Member
L.K. Ernst, 60 Dubrovitsy village, Podolsk
city district, Moscow region, 142132,
Russia

✉ 652202@mail.ru

Received by the editorial office:

10.10.2023

Accepted in revised:

30.03.2023

Accepted for publication:

14.04.2023

Некоторые аспекты антиоксидантной защиты в организме молодняка крупного рогатого скота

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Научный интерес представляют исследования по оценке про- и антиоксидантного статуса организма продуктивных животных с возрастом, поскольку они взаимосвязаны со здоровьем, состоянием иммунной и репродуктивной системы.

Методы. С целью изучения показателей антиоксидантной защиты в организме молодняка крупного рогатого скота различного возраста в условиях ПЗ «Ладозжский» (Краснодарский край) в зимний период 2022 года были сформированы следующие группы животных: молодняк в возрасте одного месяца ($n = 15$), трех-четырех месяцев ($n = 19$), шести-семи месяцев ($n = 14$); нетели ($n = 16$). В крови исследуемых животных определены следующие показатели: концентрация церулоплазмينا (ЦП), продуктов, реагирующих с тиобарбитуровой кислотой (ТБК-АП), суммарное содержание водорастворимых антиоксидантов (СКВА), общий антиоксидантный статус (ОАС), активность пероксидазы, рассчитали отношение ТБК-АП/ЦП, показатели обменных процессов и гематологические индикаторы, а также корреляции между определяемыми показателями.

Результаты. Полученные результаты указывают на изменения индикаторов ПОЛ и АОЗ в зависимости от возраста и физиологического состояния. Достоверное повышение концентрации ТБК-АП в крови молодняка шести-семи месяцев и нетелей по сравнению с аналогами одно- и трех-четырехмесячного возраста указывает на накопление продуктов ПОЛ с возрастом. На снижение уровня АОЗ в группе животных шести месяцев указывают также минимальная концентрация СКВА и тенденция к снижению общего антиоксидантного статуса и активности пероксидазы. За счет высокого уровня церулоплазмينا отношение ТБК к ЦП находилось на уровне других групп. Возраст животных оказал достоверное влияние ($p \leq 0,001$) на содержание ТБК-АП, церулоплазмينا, СКВА и общий антиоксидантный статус. СКВА и ТБК-АП являются значимыми маркерами состояния ПОЛ и АОЗ в организме. Полученные данные позволят проводить мониторинг состояния здоровья животных и помогут оказанию своевременных профилактических мероприятий, повышающих адаптивные возможности молодняка и наиболее полной реализации генетического потенциала продуктивности.

Ключевые слова: молодняк, крупный рогатый скот, возраст, антиоксидантный статус, биохимия крови, гематология

Для цитирования: Боголюбова Н.В. Некоторые аспекты антиоксидантной защиты в организме молодняка крупного рогатого скота. *Аграрная наука*. 2023; 370(5): 38–41, <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-370-5-38-41>

© Боголюбова Н.В.

Some aspects of antioxidant protection in the body of young cattle

ABSTRACT

Relevance. Of scientific interest are studies to assess the pro- and antioxidant status of the body of productive animals with age, since they are interconnected with health, the state of the immune and reproductive systems.

Methods. In order to study the indicators of antioxidant protection in the body of young cattle of different ages in the conditions of the PZ «Ladozhsky» (Krasnodar district), the following groups of animals were formed in the winter period of 2022: young animals at the age of 1 month ($n = 15$), 3–4 months ($n = 19$), young animals 6–7 months old ($n = 14$), heifers ($n = 16$). The following indicators were determined in the blood of the studied animals: the concentration of ceruloplasmin (CP), products reacting with thiobarbituric acid (TBA-AP), the total content of water-soluble antioxidants (TAWSA), the total antioxidant status (TAS), peroxidase activity, the ratio of TBA-AP/CP, metabolic processes and hematological indicators were calculated. Correlations between the determined indicators were calculated.

Results. The results obtained indicate changes in the LPO and AOD indicators depending on age and physiological state. A significant increase in the concentration of TBA-AP in the blood of young animals 6–7 months old and heifers, compared with analogues of 1 and 3–4 months of age, indicates the accumulation of lipid peroxidation products with age. The decrease in the AOP level in the 6-month-old group of animals is also indicated by the minimum concentration of TAWSA and the trend towards a decrease in the total antioxidant status and peroxidase activity. Due to the high level of ceruloplasmin, the ratio of TBA to CP was at the level of other groups. The age of the animals had a significant effect ($p \leq 0.001$) on the content of TBA-AP, ceruloplasmin, TAWSA, and the overall antioxidant status. SLE and TBA-AP are significant markers of the state of LPO and AOP in the body. The results obtained will allow monitoring the health status of animals and will help to provide timely preventive measures that increase the adaptive capabilities of young animals and the most complete realization of the genetic potential of productivity.

Key words: young growth, cattle, age, antioxidant status, blood biochemistry, hematology

For citation: Bogolyubova N.V. Some aspects of antioxidant protection in the body of young cattle. *Agrarian science*. 2023; 370(5): 38–41, <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-370-5-38-41> (In Russian).

© Bogolyubova N.V.

Введение / Introduction

Расширение показателей, характеризующих состояние здоровья животных, — актуальная задача для науки и практики. Здоровье молодняка животных определяет в будущем получение здорового стада и качественной животноводческой продукции. Своевременная профилактика заболеваний молодняка положительно отражается на экономической составляющей эффективности отраслей животноводства. Наряду с биохимическими показателями крови, характеризующими различные виды обмена в организме, интерес представляет определение показателей антиоксидантной защиты, поскольку эта система организма способствует нейтрализации активных форм кислорода (АФК) [1].

Стрессы различной этиологии, влияющие на организм животных в процессе технологического цикла, способствуют возникновению окислительного стресса, при котором происходят дисбаланс и расходование антиоксидантов. Поскольку процессы антиоксидантной защиты (АОЗ) связаны с иммунитетом, то велика роль созревания физиологически полноценной антиоксидантной системы в формировании статуса здоровья и устойчивости к заболеваниям различной этиологии у молодняка животных [2], и, наоборот, незрелость системы антиоксидантной защиты (АОЗ) предрасполагает развитие оксидативного стресса и связанных с ним патологических состояний [3].

Влияние на организм молодняка факторов экзогенной (условия среды, кормления, содержания, ветеринарные мероприятия) и эндогенной (физиологические изменения) природы усугубляет процессы активной адаптации животных к новым условиям среды обитания [4–6]. Интенсификация процессов перекисного окисления липидов (ПОЛ) и снижение ресурсов АОЗ в организме интенсивно растущих животных могут привести к значительному увеличению «цены адаптации» и негативным изменениям системы приспособительных возможностей организма, срыву адаптационных механизмов [7].

Авторы отмечали изменение состояния АОЗ в организме молодняка в зависимости от минерального обмена [8], технологических стрессов, в частности транспортировки [9], заболеваний [10]. Другие исследователи предлагают корректировать физиолого-биохимический и антиоксидантный статус в организме молодняка в раннем постнатальном онтогенезе с использованием алиментарных факторов [11–13].

Несмотря на большое биологическое значение, процессы ПОЛ и состояние АОЗ организма при развитии адаптационных механизмов у молодняка, а также их взаимосвязь с биохимическими показателями крови изучены недостаточно. В связи с этим представляет интерес изучение показателей АОЗ в организме животных разных возрастов, а также взаимосвязи между ними и биохимическими показателями крови.

Цели исследований — определение биохимических показателей, характеризующих антиоксидантный статус молодняка крупного рогатого скота (КРС) с возрастом, и определение корреляций между этими показателями и индикаторами обменных процессов.

Материал и методы исследования / Material and methods

Для реализации данной цели в лаборатории физиологии и биохимии сельскохозяйственных животных Всероссийского института животноводства им. Л.К. Эрнста были изучены биохимические показатели крови, характеризующие состояние антиоксидантной системы организма молодняка различного возраста. Пробы крови

Таблица 1. Схема лабораторных исследований
Table 1. Design of laboratory studies

Группа животных	Количество голов
1. Молодняк КРС (1 месяц)*	15
2. Молодняк КРС при снятии с выйки молока*	19
3. Молодняк КРС (6–7 месяцев)*	14
4. Нетели	16

* разделение животных по полу (50% бычков и 50% телочек)

отобраны в хозяйстве «Племенной завод «Ладожский»» (Краснодарский край, Россия) в зимний период 2022 года. Протокол исследования на животных был одобрен биоэтической комиссией ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста (протокол от 20 марта 2023 года № 2).

Рационы животных были сбалансированы по нормам кормления [14].

Схема исследований представлена в таблице 1.

Определяли показатели антиоксидантного статуса: суммарное содержание водорастворимых антиоксидантов (СКВА) — амперометрическим методом на приборе «ЦветЯуза-01-АА» с амперометрическим детектором («Химавтоматика», Россия), общий антиоксидантный статус (ОАС) с использованием коммерческого набора Randox (NX2332), концентрацию продуктов, реагирующих с тиобарбитуровой кислотой (ТБК-АП) с использованием наборов «Агат-Мед» (Россия), активность церулоплазмина (ЦП) по методу Ревина¹, активность пероксидазы (КФ 1.11.1.7.).

С целью установления корреляционных взаимосвязей с состоянием обменных процессов были определены биохимические показатели крови и клинические показатели в организме. Исследования проводили на автоматическом биохимическом анализаторе ERBA XL-640 (ERBA, Lachema s. r. o., Чешская Республика) с использованием системных реагентов ERBA. Гематологические показатели (содержание эритроцитов, гемоглобина и показатель гематокрит) определены на анализаторе гематологическом ABC VET (HORIBA ABX Diagnostics Inc, Франция) с использованием реагентов «Юнигем» (Россия). Содержание меди и цинка исследовали на атомно-адсорбционном спектрометре (с электротермической атомизацией) ZEE nit 650 P (Analytik Jena AG, Германия), пробоподготовку осуществляли при помощи системы микроволнового разложения проб Milestone Ethos Easy (Италия).

Математическую и статистическую обработку результатов проводили с применением программных пакетов Microsoft Office Excel 2003, Statistica 10 (Statistica 13RU, StatSoft, США) с использованием методов описательной статистики, дисперсионного анализа (ANOVA), корреляционного анализа по Пирсону. Отличия являлись статистически достоверными при $p < 0,05$, высокодостоверными — при $p < 0,01$, $p < 0,001$.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Активность свободнорадикального окисления липидов оценивают по накоплению продуктов перекисного окисления липидов (ПОЛ), которые определяют количеством ТБК-АП или в форме малонового диальдегида. Повышение их концентрации свидетельствует об активации процессов ПОЛ в организме или о снижении его антиоксидантной защиты. Пониженная или стабильная концентрация продуктов ПОЛ в крови свойственна здоровому организму с хорошо функционирующей антиоксидантной защитой. Анализируя содержание продуктов ПОЛ в организме исследованных животных, отмечено,

¹ Кондрахин Н.П. (ред.) Методы ветеринарной клинической лабораторной диагностики. М.: КолосС. 2004; 520.

что в возрасте одного и трех месяцев их концентрация была на уровне 2,39–2,38 мкм/л. К шестому месяцу это значение достоверно повысилось на 24,7% и 25,2% ($p \leq 0,01$) и оставалось на таком уровне в организме нетелей. Это указывает на накопление продуктов ПОЛ с возрастом. При этом уровень СКВА в крови бычков возрастом шести месяцев оказался на минимальной отметке 13,04 мг/л, что достоверно ниже, чем в крови месячных телят (на 36,76% при $p \leq 0,001$) и трех-четырех месяцев (на 19,26% при $p \leq 0,01$). На снижение уровня АОЗ в группе животных шести месяцев указывает и тенденция к снижению ОАС и активности пероксидазы. При этом за счет высокого уровня церулоплазмينا отношение ТБК к ЦП находилось на уровне показателей других групп (табл. 2).

Можно предположить, что в этом возрасте происходят гормональные перестройки в организме животных. Как известно, процессы антиоксидантной защиты взаимосвязаны со здоровьем животных, в том числе и состоянием иммунной системы [15]. На выборке данных, полученных от молодняка в возрасте одного, трех-четырех и шести-семи месяцев проведен двухфакторный дисперсионный анализ по влиянию пола и возраста на некоторые изученные показатели ПОЛ и АОЗ (табл. 3).

Результаты показали, что фактор пола не оказал влияния на изучаемые показатели, при этом возраст животных оказал достоверное влияние ($p \leq 0,001$) на содержание ТБК-АП, церулоплазмينا, СКВА и ОАС.

Проведя подсчет коэффициентов корреляций по Пирсону по всей выборке животных, были обнаружены корреляции между индикаторами обменных процессов и показателями АОЗ слабой степени (табл. 4). Перечень биохимических показателей, связанных положительно или отрицательно с АОЗ, сравнительно небольшой. Наблюдали положительные корреляции средней степени между содержанием церулоплазмينا и глобулинов. Это объясняется тем, что церулоплазмин является медьсодержащим белком, присутствующим в плазме крови.

Наблюдали отрицательную корреляцию средней степени между содержанием в сыворотке СКВА и общего белка, а также СКВА и глобулинов. К водорастворимым антиоксидантам относят широкий спектр биологически активных соединений различной природы, в том числе и аскорбиновую, лимонную, никотиновую кислоту, серосодержащие и фенольные соединения, осуществляющие защитную функцию в цитозоле клеток, межклеточной жидкости, плазме крови, лимфе [15]. Интерес представляют отрицательные корреляции между СКВА и содержанием эритроцитов, гемоглобина и показателем гематокрита. Другие исследователи констатировали взаимосвязь между показателями АОЗ и гематологическими показателями при использовании антиоксидантных препаратов, позволяющих осуществлять коррекцию патологических изменений в системе гомеостаза в организме [16]. Уровень СКВА также отрицательно коррелирует с содержанием ТБК-АП, что можно объяснить вкладом растворимых антиоксидантов в состоянии антиоксидантной защиты в организме в целом. Церулоплазмин, играющий большую роль в АОЗ организма, также является водорастворимым, но при этом отрицательно коррелирует со СКВА, что указывает на то, что спектр входящих в СКВА антиоксидантов широкий, а природа их различна. Наибольшее количество достоверных значений корреляции отмечено между биохимическими показателями и уровнем ТБК-АП и СКВА.

Выводы / Conclusion

Полученные результаты указывают на то, что индикаторы ПОЛ и АОЗ различаются в зависимости от возраста. Достоверное повышение концентрации ТБК-АП в крови молодняка шести-семи месяцев и нетелей по сравнению

Таблица 2. Показатели антиоксидантного статуса в организме животных

Table 2. Indicators of antioxidant status in animals

	Возраст животных, месяцы			Нетели (n = 16)
	1 (n = 15)	3–4 (n = 19)	6–7 (n = 14)	
ТБК-АП, мкм/л	2,39 ± 0,11	2,38 ± 0,09	2,98 ± 0,19 ^{11,33}	2,96 ± 0,09 ^{111,333}
ЦП, мг/л	157,47 ± 20,15	241,89 ± 13,85 ¹¹¹	216,36 ± 16,56 ¹	205,07 ± 17,84
СКВА, мг/л	20,62 ± 1,02	16,15 ± 0,95 ¹	13,04 ± 0,58 ^{111,33}	13,84 ± 0,35 ^{1111,3}
ОАС, мМ/л	2,28 ± 0,16	1,99 ± 0,08	2,02 ± 0,08	2,09 ± 0,08
Пероксидаза, ед. опт. пл / л × с	45,02 ± 8,65	34,84 ± 3,0	32,70 ± 0,62	42,34 ± 5,94
ТБК-АП/ЦП	0,0150	0,0098	0,014	0,014

Примечание: ТБК-АП — продукты, реагирующие с тиобарбитуровой кислотой, СКВА — суммарное количество водорастворимых антиоксидантов, ЦП — церулоплазмин, ОАС — общий антиоксидантный статус, ТБК-АП/ЦП — отношение ТБК-АП к ЦП.

Различия статистически достоверны по сравнению с животными возрастом один месяц при $p: ^1 \leq 0,05$, $p: ^{11} \leq 0,01$, $p: ^{111} \leq 0,001$; по сравнению с животными трех-четырех месяцев при $p: ^3 \leq 0,05$, $p: ^{33} \leq 0,01$, $p: ^{333} \leq 0,001$.

Таблица 3. Влияние пола и возраста на показатели ПОЛ и АОЗ в организме телят (n = 48)

Table 3. Influence of gender and age on LPO and AOD in calves (n = 48)

Показатель	Фактор	
	Пол	Возраст
ТБК-АП, мкмоль/л	н. д.	***
ЦП, мг/л	н. д.	**
СКВА, мг/л	н. д.	***
ОАС, мМ/л	н. д.	***

Примечание: ТБК-АП — продукты, реагирующие с тиобарбитуровой кислотой, СКВА — суммарное количество водорастворимых антиоксидантов, ЦП — церулоплазмин, ОАС — общий антиоксидантный статус.

** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$; н. д. — недостаточно

Таблица 4. Коэффициенты корреляции между биохимическими, клиническими показателями и маркерами АОЗ (n = 64)

Table 4. Correlations between biochemical, clinical parameters and markers of the AOD (n = 64)

Показатель	ТБК-АП	СКВА	ЦП	ОАС
ОБ	0,38*	-0,48*	0,22	-0,07
АЛБ	0,06	0,09	-0,21	0,03
ГЛ	0,35*	-0,48*	0,27*	-0,08
А/Г	-0,30*	0,44*	-0,23	-0,01
КРЕА	0,14	-0,12	-0,07	-0,06
МОЧ	0,20	-0,08	-0,18	-0,15
АЛТ	0,21	-0,12	-0,13	-0,06
АСТ	0,03	-0,20	0,03	0,01
ЩФ	-0,04	0,005	-0,01	0,05
ХОЛ	0,23	-0,07	-0,07	-0,01
ГЛЮ	-0,18	0,20	0,06	0,03
Магний	0,08	0,05	-0,16	0,14
Кальций	-0,33*	0,27*	-0,14	-0,12
Фосфор	0,09	0,09	0,18	0,08
ТРИГ	-0,20	0,17	-0,09	0,08
БИЛ	-0,25*	0,22	-0,01	0,13
Железо	0,18	-0,07	-0,02	-0,03
ХЛ	0,05	-0,22	0,25	-0,34*
ЛЕЙ	0,16	-0,17	0,16	-0,08
ЭР	0,20	-0,31*	0,20	-0,06
ГЕМ	0,28*	-0,32*	0,17	-0,19
ГЕМАТ	0,35*	-0,46*	0,19	-0,08
ТБК-АП	1,00	-0,46*	0,07	-0,15
СКВА	-0,46*	1,00	-0,39*	0,10
ЦП	0,07	-0,39*	1,00	-0,08
ОАС	-0,15	0,10	-0,08	1,00
Медь	-0,26*	0,27*	0,21	-0,01
Цинк	0,13	-0,22	-0,07	-0,12

Примечание: ОБ — общий белок, АЛБ — альбумины, ГЛ — глобулины, А/Г — соотношение альбуминов к глобулинам, КРЕА — креатинин, МОЧ — мочевины, АЛТ — аланинаминотрансфераза, АСТ — аспартатаминотрансфераза, ЩФ — щелочная фосфатаза, ХОЛ — холестерин, ГЛЮ — глюкоза, ТРИГ — триглицериды, БИЛ — общий билирубин, ХЛ — хлориды, ЛЕЙ — лейкоциты, ЭР — эритроциты, ГЕМ — гемоглобин, ГЕМАТ — гематокрит, ТБК-АП — продукты, реагирующие с тиобарбитуровой кислотой, СКВА — суммарное количество водорастворимых антиоксидантов, ЦП — церулоплазмин, ОАС — общий антиоксидантный статус; * достоверные корреляции

с аналогами одно- и трех-четырехмесячного возраста указывает на накопление продуктов ПОЛ с возрастом. На снижение уровня АОЗ в группе животных шести месяцев указывают также минимальная концентрация СКВА и тенденция к снижению общего антиоксидантного статуса и активности пероксидазы. За счет высокого уровня церулоплазмينا отношение ТБК к ЦП находилось на уровне других групп.

Отмечено достоверное влияние фактора «возраст» животных на содержание в крови ТБК-АП, церулоплазмينا,

СКВА и общий антиоксидантный статус ($p \leq 0,001$). СКВА и ТБК-АП являются значимыми маркерами состояния ПОЛ и АОЗ в организме.

Знания о возрастных изменениях показателей ПОЛ и АОЗ в организме животных помогут оказанию своевременных профилактических мероприятий, повышающих адаптивные возможности молодняка и наиболее полной реализации генетического потенциала продуктивности.

Автор несет ответственность за работу, представленные данные и ответственность за плагиат.

ФИНАНСИРОВАНИЕ:

Исследование выполнено при финансовой поддержке фундаментальных научных исследований Минобрнауки России ГЗ 0445-2021-0002.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гильдилов Д.И. Окислительный стресс у животных: взгляд патофизиолога. *Российский ветеринарный журнал*. 2020; 4: 10–18. <https://doi.org/10.32416/2500-4379-2020-4-10-18>
2. Каверин Н.Н., Ретский М.И. Антиоксидантный статус и колостральный иммунитет новорожденных телят. *LAP Lambert Academic Publishing*. 2011; 172. ISBN: 978-3-8433-0132-9
3. Сафонов В.А., Михалев В.И., Черницкий А.Е. Антиоксидантный статус и функциональное состояние дыхательной системы у новорожденных телят с внутриутробной задержкой развития. *Сельскохозяйственная биология*. 2018; 53(4): 831–841. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2018.4.831rus>
4. Корякина Л.П., Борисов Н.И. Показатели естественной резистентности и физиолого-биохимический статус крови у новорожденных телят. *Вестник Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова*. 2015; 5(49): 23–30. <https://www.elibrary.ru/uzafsv>
5. Зайцев В.В. Физиологически допустимые изменения активности гемостаза у поросят, испытывавших воздействие неблагоприятного фактора. *Научное обозрение. Биологические науки*. 2019; 1: 24–28. <https://www.elibrary.ru/yzsotb>
6. Зайцев В.В. Физиологическая активность параметров гемостаза у поросят, перенесших эпизод перегрева и получивших катозал. *Научное обозрение. Биологические науки*. 2019; 3: 22–26. <https://www.elibrary.ru/kchqjg>
7. Еликов А.В., Галстян А.Г. Антиоксидантный статус у спортсменов при выполнении дозированной физической нагрузки и в восстановительном периоде. *Вопросы питания*. 2017; 86(2): 23–31. <https://www.elibrary.ru/ykxexn>
8. Chang M.N. et al. Effects of different types of zinc supplement on the growth, incidence of diarrhea, immune function, and rectal microbiota of newborn dairy calves. *Journal of Dairy Science*. 2020; 103(7): 6100–6113. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17610>
9. Pregel P., Bollo E., Cannizzo F.T., Biolatti B., Contato E. Antioxidant capacity as a reliable marker of stress in dairy calves transported by road. *Veterinary Record*. 2005; 156(2): 53, 54. <https://doi.org/10.1136/vr.156.2.53>
10. Гришина Е.А. Исследование активности окислительного стресса у животных в острой стадии гельминтоза и на фоне терапии. *Ветеринария, зоотехния и биотехнология*. 2017; 10: 84–92. <https://www.elibrary.ru/zudhqx>
11. Исмагилова А.Ф., Базекин Г.В. Влияние глицирризиновой кислоты на рост, развитие, естественную резистентность и антиоксидантный статус больных острой формой бронхопневмонии телят. *Ветеринарный врач*. 2015; 3: 25–28. <https://www.elibrary.ru/tzjtpb>
12. Боряев Г.И., Гаврюшина И.В., Федоров Ю.Н., Кошелева И.В. Возможность регуляции процессов свободнорадикального окисления в раннем постнатальном периоде ягнят селеносодержащими препаратами. *Нива Поволжья*. 2015; 3: 26–33. <https://www.elibrary.ru/vbbnbd>
13. Лашин А.П., Симонова Н.В., Симонова Н.П. Фитокоррекция окислительного стресса у телят. *Ветеринария*. 2017; 2: 46–48. <https://www.elibrary.ru/xwvvel>
14. Некрасов Р.В., Головин А.В., Махаев Е.А. Нормы потребностей молочного скота и свиней в питательных веществах. Монография. Москва: *Российская академия наук*. 2018; 289. ISBN: 978-5-906906-77-9 <https://www.elibrary.ru/xvldml>
15. Mylostyva D. et al. Biochemical changes during heat stress in productive animals with an emphasis on the antioxidant defense system. *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology*. 2022; 10(1): 2209. <https://doi.org/10.31893/jabb.22009>
16. Лашин А.П., Симонова Н.В., Саяпина И.Ю. Анализ корреляционных взаимосвязей параметров антиоксидантного статуса и некоторых гематологических показателей у лабораторных животных в условиях ультрафиолетового облучения и введения сукцинатсодержащих препаратов. *Дальневосточный аграрный вестник*. 2021; 4: 111–118. <https://doi.org/10.24412/1999-6837-2021-4-111-118>

ОБ АВТОРАХ:

Надежда Владимировна Боголюбова, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник, Федеральный исследовательский центр животноводства — ВИЖ им. академика Л.К. Эрнста, п. Дубровицы, д. 60, Подольск, Московская обл., 142132, Россия 652202@mail.ru <https://orcid.org/0000-0002-0520-7022>

The author is responsible for the work, the data presented and responsibility for plagiarism.

FUNDING:

The study was supported by the funding of fundamental scientific research by the Ministry of Education and Science of the Russian Federation GT 0445-2021-0002.

REFERENCES

1. Gildikov D. Oxidative stress in animals: a pathophysiological view. *Russian Veterinary Journal*. 2020; 4: 10–18. (In Russian) <https://doi.org/10.32416/2500-4379-2020-4-10-18>
2. Kaverin N.N., Retskiy M.I. Antioxidant status and colostral immunity of newborn calves. *LAP Lambert Academic Publishing*. 2011; 172. (In Russian) ISBN: 978-3-8433-0132-9
3. Safonov V.A., Mikhalev V.I., Chernitskiy A.E. Antioxidant status and functional condition of respiratory system of newborn calves with intrauterine growth retardation. *Agricultural Biology*. 2018; 53(4): 831–841. (In Russian) <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2018.4.831rus>
4. Koryakina L.P., Borisov N.I. Indices of autarcesis and blood physiological and biochemical status of newborn calves. *Vestnik of the North-Eastern Federal University named after M.K. Ammosov*. 2015; 5(49): 23–30. (In Russian) <https://www.elibrary.ru/uzafsv>
5. Zaitsev V.V. Physiologically admissible changes in the activity of hemostasis in porosets tested by the impact of adverse medium factor. *Scientific Review. Biological science*. 2019; 1: 24–28. (In Russian) <https://www.elibrary.ru/yzsotb>
6. Zaitsev V.V. Physiological activity of the parameters of hemostasis in powders, moving the episode of overheating and the received catosal. *Scientific Review. Biological science*. 2019; 3: 22–26. (In Russian) <https://www.elibrary.ru/kchqjg>
7. Yelikov A.V., Galstyan A.G. Antioxidant status of sportsmen performing measured physical loading during recreational periods. *Problems of Nutrition*. 2017; 86(2): 23–31. (In Russian) <https://www.elibrary.ru/ykxexn>
8. Chang M.N. et al. Effects of different types of zinc supplement on the growth, incidence of diarrhea, immune function, and rectal microbiota of newborn dairy calves. *Journal of Dairy Science*. 2020; 103(7): 6100–6113. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17610>
9. Pregel P., Bollo E., Cannizzo F.T., Biolatti B., Contato E. Antioxidant capacity as a reliable marker of stress in dairy calves transported by road. *Veterinary Record*. 2005; 156(2): 53, 54. <https://doi.org/10.1136/vr.156.2.53>
10. Grishina E.A. Investigation of the oxidative stress levels in animals with acute phase helminthiasis and after treatment. *Veterinary, Zootechnics and Biotechnology*. 2017; 10: 84–92. (In Russian) <https://www.elibrary.ru/zudhqx>
11. Ismagilova A.F., Bazekin G.V. The effect of glycyrrhizic acid on growth, development, natural resistance, and antioxidant parameters in calves with acute form of bronchopneumonia. *Veterinary Vrach*. 2015; 3: 25–28. (In Russian) <https://www.elibrary.ru/tzjtpb>
12. Boryayev G.I., Gavryushina I.V., Fyodorov Yu.N., Kosheleva I.V. Possibility to regulate processes of free radicals oxidation in the early postnatal period of lambs with selenium-containing preparations. *Niva Povolzhya*. 2015; (3): 26–33. (In Russian) <https://www.elibrary.ru/vbbnbd>
13. Lashin A.P., Simonova N.V., Simonova N.P. Phytocorrection of oxidative stress in calves. *Veterinariya*. 2017; 2: 46–48. (In Russian) <https://www.elibrary.ru/xwvvel>
14. Nekrasov R.V., Golovin A.V., Makhaev E.A. Nutrient requirements for dairy cattle and pigs. Monograph. Moscow: *Russian Academy of Sciences*. 2018; 289. (In Russian) ISBN: 978-5-906906-77-9 <https://www.elibrary.ru/xvldml>
15. Mylostyva D. et al. Biochemical changes during heat stress in productive animals with an emphasis on the antioxidant defense system. *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology*. 2022; 10(1): 2209. <https://doi.org/10.31893/jabb.22009>
16. Lashin A.P., Simonova N.V., Sayapina I.Yu. Analysis of correlation relationships of the antioxidant status parameters and some hematological indicators in laboratory animals under conditions of ultraviolet irradiation and administration of succinate-containing drugs. *Far East Agrarian Herald*. 2021; 4: 111–118. (In Russian) <https://doi.org/10.24412/1999-6837-2021-4-111-118>

ABOUT THE AUTHORS:

Nadezhda Vladimirovna Bogolyubova, doctor of biological sciences, leading researcher, Federal Research Center for Animal Husbandry named after Academy Member L.K. Ernst, 60 Dubrovitsy village, Podolsk, Moscow region, 142132, Russia 652202@mail.ru <https://orcid.org/0000-0002-0520-7022>