

Научная статья/Research Article

УДК 619:636.2.034

DOI: 10.36718/1819-4036-2026-5-176-188

Наталья Анатольевна Комиссарова^{1✉}, Наталья Ивановна Ярован²

^{1,2}Орловский государственный аграрный университет им. Н.В. Парахина, Орел, Россия

¹hlybova88@mail.ru

²n.yarovan@yandex.ru

ВЛИЯНИЕ ГРАНУЛИРОВАННОГО ПРЕПАРАТА НА ОСНОВЕ САБЕЛЬНИКА БОЛОТНОГО НА АДАПТАЦИОННЫЙ РЕЗЕРВ ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ КОРОВ ПРИ ОКСИДАТИВНОМ СТРЕССЕ

Цель исследования – изучение влияния гранулированного фитопрепарата на основе сабельника болотного (*Comarum palustre* L.), клюквы дикорастущей (*Vaccinium oxococcos* L.) и подсолнечного лецитина на уровень церулоплазмينا и другие биохимические и гематологические показатели адаптации у высокопродуктивных коров в условиях промышленного стресса. Объект исследования – коровы голштинизированной породы, содержащиеся в условиях промышленного комплекса ООО «Маслово». Были сформированы 2 группы по 10 голов в каждой по принципу пар-аналогов: контрольная группа, в которой животные получали только основной рацион, и опытная группа коров, получавших помимо основного рациона гранулированный препарат на основе сабельника, клюквы и лецитина. У коров, получавших только основной рацион, были выявлены отклонения от нормы в уровнях церулоплазмينا, эритроцитов, нейтрофилов, эозинофилов, мочевины, холестерина, триглицеридов и в соотношении кортизол/инсулин. На фоне введения дополнительно к основному рациону гранулированного препарата у коров опытной группы были зафиксированы изменения в морфо-биохимическом статусе. К 21-м сут опыта у животных, получавших препарат, уровень церулоплазмينا составил $(2,26 \pm 0,01)$ мкмоль/л, эритроцитов – $(6,8 \pm 0,1) \cdot 10^{12}/л$, эозинофилов – $(6,40 \pm 1,33)$ %, нейтрофилов – $(33,4 \pm 1,69)$ %, холестерина – $(3,2 \pm 0,09)$ ммоль/л, триглицеридов – $(0,5 \pm 0,01)$ ммоль/л, что соответствовало референтным значениям. Соотношение кортизол/инсулин, равное 0,68, и уровень мочевины, равный $(3,27 \pm 0,18)$ ммоль/л, продемонстрировали положительную динамику, приблизившись к физиологической норме. Разработанный комплексный фитопрепарат проявил себя как эффективное средство для коррекции стресс-индуцированных нарушений, нормализуя антиоксидантный статус (по уровню церулоплазмينا) и основные гематологические и биохимические показатели, что способствует повышению адаптационного потенциала высокопродуктивных коров в условиях промышленного содержания.

Ключевые слова: сабельник болотный, клюква, промышленный стресс, высокопродуктивные коровы, окислительный стресс, церулоплазмин, гранулированный препарат, подсолнечный лецитин

Для цитирования: Комиссарова Н.А., Ярован Н.И. Влияние гранулированного препарата на основе сабельника болотного на адаптационный резерв высокопродуктивных коров при оксидативном стрессе// Вестник КрасГАУ. 2026 № 5. С. 176–188. DOI: 10.36718/1819-4036-2026-5-176-188.

Natalia Anatolyevna Komissarova^{1✉}, Natalia Ivanovna Yarovan²

^{1,2}Orel State Agrarian University named after. N.V. Parakhin, Orel, Russia

¹hlybova88@mail.ru

²n.yarovan@yandex.ru

THE INFLUENCE OF A GRANULAR PREPARATION BASED ON MARSH CINQUEFOIL ON THE ADAPTIVE RESERVE OF HIGHLY PRODUCTIVE COWS UNDER OXIDATIVE STRESS

The aim of the study was to investigate the effect of a granular phytopreparation based on marsh cinquefoil (*Comarum palustre* L.), wild cranberry (*Vaccinium oxycoccos* L.) and sunflower lecithin on the level of ceruloplasmin and other biochemical and hematological indicators of adaptation in highly productive cows under conditions of industrial stress. The experimental subjects were Holsteinized cows kept at the industrial complex of OOO Maslovo. Two groups of 10 animals each were formed using the pair-analogue: a control group, where the animals received only the basic diet, and an experimental group of cows that received a granular preparation based on marsh cinquefoil, cranberries and lecithin in addition to the basic diet. In cows receiving only the basic diet, deviations from the norm were detected in the levels of ceruloplasmin, erythrocytes, neutrophils, eosinophils, urea, cholesterol, triglycerides, and in the cortisol/insulin ratio. Against the background of introducing the granular preparation in addition to the basic diet, changes in the morpho-biochemical status were recorded in the cows of the experimental group. By day 21 of the experiment, the animals receiving the preparation showed a ceruloplasmin level of (2.26 ± 0.01) mmol/L, erythrocytes – $(6.8 \pm 0.1) \cdot 10^{12}/L$, eosinophils – (6.40 ± 1.33) %, neutrophils – (33.4 ± 1.69) %, cholesterol – (3.2 ± 0.09) mmol/L, triglycerides – (0.5 ± 0.01) mmol/L, which corresponded to the reference values. The cortisol/insulin ratio, equal to 0.68, and the urea level, equal (3.27 ± 0.18) mmol/L, demonstrated positive dynamics, approaching the physiological norm. Thus, the developed comprehensive phytopreparation proved to be an effective means for correcting stress-induced disorders, normalizing the antioxidant status (based on ceruloplasmin level) and basic hematological and biochemical indicators, which contributes to enhancing the adaptive potential of highly productive cows in industrial conditions.

Keywords: marsh cinquefoil, cranberry, industrial stress, highly productive cows, oxidative stress, ceruloplasmin, granular preparation, sunflower lecithin

For citation: Komissarova NA, Yarovan NI The influence of a granular preparation based on marsh cinquefoil on the adaptive reserve of highly productive cows under oxidative stress. *Bulletin of KSAU*. 2026;(5):176-188. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2026-5-176-188.

Введение. Промышленное животноводство характеризуется интенсивной технологией содержания, для которой характерны высокие технологические нагрузки, направленные на достижение максимальной продуктивности. Подобные условия зачастую являются источником технологического стресса, активируя гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковую ось. Глюкокортикоиды занимают центральное место в гипоталамо-гипофизарно-адреналовой системе, которая адаптирует организм к изменяющимся условиям среды, мобилизуя энергетические ресурсы и регулируя метаболические процессы [1–3].

Глюкокортикоиды способствуют активации перекисного окисления липидов с образованием избытка свободных радикалов, что в конечном итоге является ключевым механизмом развития окислительного стресса [4, 5].

Перекисное окисление липидов является основной причиной нарушения клеточных структур, снижения клеточного энергообеспечения и антиоксидантной защиты за счет стресс-индуцированного угнетения процессов синтеза ферментов антиоксидантной системы и их активности.

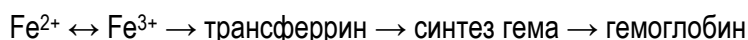
Установлено, что при стрессе происходит снижение уровня гемоглобина и эритроцитов, что вызывает вторичную тканевую гипоксию, накопление лактата и развитие ацидоза в условиях активирующегося гликолиза. Повышение проницаемости лизосомальных мембран и активация лизосомальных ферментов, в свою очередь, способствуют деструкции клеточных структур и снижению активности ферментов, угнетая антиоксидантную защиту [6].

Нарушения в клеточных структурах, вызванные интенсификацией свободнорадикального окисления ключевых биомолекул (липидов, нуклеиновых кислот, белков), формируют основу для развития многих патологических состояний [5–7].

Противодействует свободнорадикальному окислению эндогенная антиоксидантная система, включающая в себя широкий класс соединений: антиоксидантные ферменты, альбумины, свободные жирные кислоты, комплексоны ионов металлов, витамины и не включенные в перечисленные группы низкомолекулярные соединения, образующие редокс-буфер [4, 5].

Основным плазменным белком с антиоксидантной активностью является церулоплазмин [4, 8, 9]. Он обладает ферроксидазной активностью,

окисляя двухвалентное железо до трехвалентного по схеме



Трехвалентное железо (Fe^{3+}) встраивается в молекулу апотрансферрина, образуя трансферрин. Этот комплекс переносит железо в костный мозг для синтеза гема. Установлено, что благодаря ферроксидазной активности церулоплазмин обладает не только антиоксидантной активностью, но и играет ключевую роль в процессе кроветворения и кислородтранспортной функции [9].

Также церулоплазмин обладает активностью супероксиддисмутазы, купроксидазы, катализирующей окисление Cu^+ , NO-оксидазы и глутатион-связанной пероксидазы, активно препятствуя образованию свободных радикалов [4, 8, 9]. Согласно анализу литературных источников, препараты церулоплазмина проявляют также иммуномодулирующее действие [9]. Совокупность ферроксидазной, антиоксидантной и иммуномодулирующей активности позволяет рассматривать эндогенный церулоплазмин как интегральный маркер адаптационного резерва организма.

Для прерывания стресс-индуцированного каскада свободнорадикального окисления требуются дополнительные экзогенные средства, снижающие радикальную нагрузку на эндогенные антиоксидантные системы. К таким относятся средства, нормализующие энергетический обмен, стабилизирующие клеточные мембраны и активизирующие синтез макромолекулярных и надмолекулярных структур [7]. В частности, к ним относятся многие препараты растительного происхождения. Установлено, что препараты на основе сабельника болотного за счет полифенольных соединений подавляют процессы свободнорадикального окисления и стимулируют эндогенную антиоксидантную систему [10, 11]. Сухой экстракт сабельника болотного является истинным иммуномодулятором, поскольку проявляет иммуномодулирующее действие только в условиях сниженного иммунитета [12].

Полифенолы, в связи с быстрой метаболической трансформацией в организме, не способны проявить полноту своего биологического действия [13]. Установлено, что аскорбиновая кислота способствует сохранению полифенольных соединений сабельника [14].

Поиск растительного сырья, содержащего большое количество витамина С, показал, что таким сырьем является клюква болотная: содержание этого витамина составляет около 12–20 мг% [15].

Клюква вводится в рецептуру препарата как полифункциональный компонент. Во-первых, витамин С этих ягод обеспечивает синергизм с полифенолами сабельника, повышая антиоксидантный статус предлагаемого препарата. Во-вторых, клюква, применяемая как поливитаминное средство [16], обогащает препарат дополнительными микронутриентами, что расширяет спектр фармакологического действия полученного препарата. Основное фармакологическое действие клюквы связано с содержанием в ягодах проантоцианидинов и флавоноидов. Антоцианы клюквы проявляют антиоксидантное действие и способствуют синтезу белка [17, 18].

В качестве оптимальной формы препарата на основе сабельника и клюквы была выбрана гранулированная форма как наиболее подходящая для использования при автоматизации технологических процессов [19].

Терапия антиоксидантными препаратами способствует торможению процессов окислительного стресса, но не устраняет уже образовавшиеся повреждения клеточных структур. Для структурного восстановления этих повреждений в современной практике предлагают использовать фосфолипиды, которые способны встраиваться в поврежденные участки мембран клетки [20, 21].

В качестве связующего компонента для придания эластичности растительным гранулам был выбран подсолнечный лецитин [22], что связано не только с его технологическим эффектом, но и рядом фармакотерапевтических свойств. Подсолнечный лецитин проявляет антисвободнорадикальное действие, способствует снижению уровня холестерина и абсорбции жирорастворимых витаминов, а также образованию активных форм витаминов В [23]. Также в научных исследованиях М.В. Патшиной с соавторами было установлено, что лецитин способствует усилению биодоступности полифенолов [24].

Несмотря на имеющиеся обширные данные о свойствах сабельника, клюквы и лецитина, влияние их комплексного применения в гранулированной форме на уровень церулоплазмينا и интегральные показатели адаптационного статуса у высокопродуктивных коров в условиях промышленного комплекса ранее не было изучено.

Цель исследования – оценка влияния разработанного гранулированного препарата на уровень церулоплазмينا и другие биохимические и гематологические показатели адаптации у высокопродуктивных коров.

Задачи: изучить влияние гранулированного препарата на уровень церулоплазмينا и показатели обмена железа у коров, содержащихся в условиях промышленного комплекса; на соотношение кортизол/инсулин у высокопродуктивных коров в условиях промышленного стресса; на показатели лейкоцитарного профиля у коров, содержащихся в условиях промышленного комплекса; на показатели белково-липидного обмена у опытных коров.

Достижение поставленной цели было основано на гипотезе о том, что применение гранулированного препарата будет способствовать повышению уровня эндогенного церулоплазмينا и улучшению показателей белково-липидного профиля и иммунного статуса у коров.

Объекты и методы. Работа была выполнена в период 2018–2024 гг. Экспериментальная часть проводилась на базе промышленного комплекса ООО «Маслово», аналитические исследования – на базе кафедры биотехнологии и химии имени профессора Н.Е. Павловской и в ИНИИ ЦКП ФГБОУ ВО Орловский ГАУ им. Н.В. Парахина.

Было изучено влияние скармливания дополнительно к основному рациону в течение 21 суток растительного гранулированного препарата из сабельника, клюквы и лецитина в дозе 2,15 г на 1 кг живой массы. Гранулированный препарат, состоящий из сабельника болотного, ягод клюквы и подсолнечного лецитина, был изготовлен по методике, зарегистрированной в нашем патенте РФ № 2844375.

Сабельник болотный и клюква дикорастущая были заготовлены на территории Республики Коми.

В качестве объекта эксперимента были выбраны коровы голштинизированной породы, содержащиеся в промышленных условиях ком-

плекса ООО «Маслово». По принципу пар-аналогов были сформированы две группы численностью по 10 голов каждая. Животные контрольной группы получали рацион, принятый в хозяйстве (ОРХ). Животные опытной группы дополнительно к ОРХ получали разработанный гранулированный препарат.

Для оценки состояния опытных животных анализировали кровь и сыворотку крови. Кровь для исследований отбирали у коров в утренние часы перед кормлением из яремной вены с соблюдением правил асептики и антисептики.

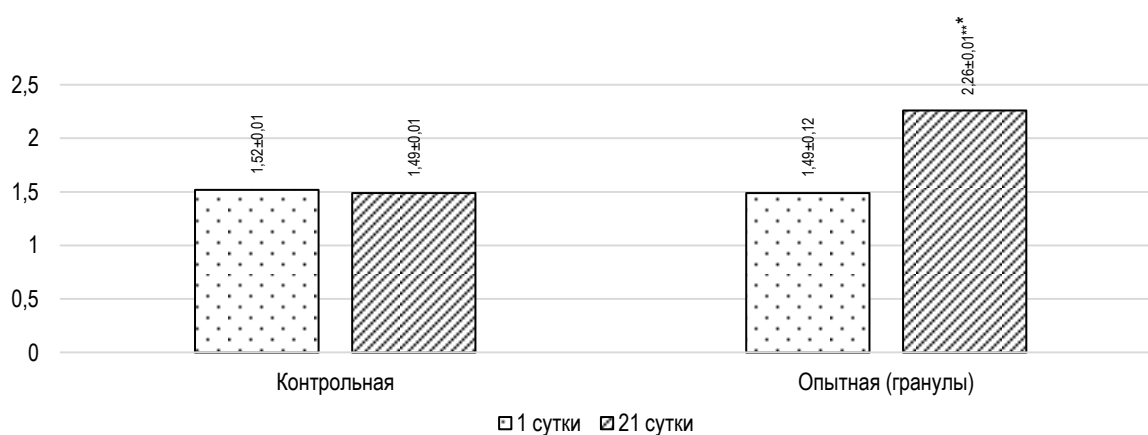
Уровень церулоплазмينا у животных определяли с помощью экспресс-метода по Э.В. Тэну (1981). Уровень кортизола у коров определяли в лаборатории «Vet Union» (г. Москва).

В цельной крови на гематологическом анализаторе «DH36-Vet» определяли гематологические показатели.

Полученные экспериментальные данные были статистически обработаны. Данные представлены в статье в виде $M \pm SD$, где M – среднее арифметическое, SD – стандартное отклонение. Для оценки статистической значимости различий между показателями у коров сравниваемых групп использовали критерий Стьюдента.

Результаты и их обсуждение. Одним из основных показателей уровня свободнорадикального окисления является малоновый диальдегид (МДА). Как было показано нами ранее [25], исходно у животных обеих групп на 1-е сутки эксперимента значение малонового диальдегида (МДА) было выше нормы. К 21-м суткам опыта в крови коров опытной группы уровень МДА был в пределах нормы, при этом уровень МДА у животных контрольной группы оставался выше нормы. Снижение уровня МДА было сопряжено с положительной динамикой основного антиоксиданта крови – церулоплазмينا.

В начале эксперимента уровни церулоплазмينا и эритроцитов у всех животных были ниже нормы. У коров контрольной группы данное состояние сохранялось до конца опыта. Концентрация гемоглобина у коров контрольной и опытной групп в течение всего эксперимента сохранялась в пределах референтных значений, равных 90–115 г/л. Влияние гранулированного препарата на содержание церулоплазмينا в крови коров опытной и контрольной групп представлено на рисунке 1.



Здесь и далее: * – $p < 0,05$, ** – $p < 0,01$ относительно контрольной группы коров, получавших только основной рацион.

Рис. 1. Динамика церулоплазмينا в сыворотке крови коров при применении гранулированного препарата
Dynamics of ceruloplasmin in the blood serum of cows with the use of a granular preparation

Как видно из рисунка 1, введение растительного гранулированного препарата на основе сабельника болотного, клюквы и подсолнечного лецитина дополнительно к основному рациону коров промышленного содержания положительно влияет на уровень церулоплазмينا. К концу эксперимента концентрация церулоплазмينا в сыворотке крови коров увеличилась на 34 % ($p < 0,05$) относительно коров контрольной группы, достигнув нормальных значений, равных 1,84–2,3 мкмоль/л.

Увеличение церулоплазмينا в крови коров опытной группы, получавших дополнительно к основному рациону гранулированный препарат, сопровождалось повышением содержания эритроцитов до $6,8 \pm 0,07 \cdot 10^{12}/л$, т. е. было выше на 23 % ($p < 0,05$), чем в контроле, что соответствовало середине референтных значений, равных $5,5\text{--}8,5 \cdot 10^{12}/л$. Также установлено повышение концентрации гемоглобина до $(114,17 \pm 0,51)$ г/л, что было на 10 % ($p < 0,05$) больше по сравнению с контролем. Стимуляция выработки эндогенного церулоплазмينا приводит к улучшению кислородтранспортной функции у животных опытной группы.

Вышеперечисленные нарушения в морфобиохимических показателях, включая антиоксидантную систему, у коров в начале эксперимента проявлялись также в содержании кортизола.

На начало эксперимента концентрация кортизола в сыворотке крови коров двух групп приближалась к верхней границе референтного интервала (норма 26–90 нмоль/л); в контрольной группе уровень кортизола сохранялся на высоком уровне до окончания эксперимента. Влияние гранулированного препарата на данный показатель представлено на рисунке 2.

По данным рисунка 2, введение гранулированного препарата дополнительно к основному рациону способствовало снижению концентрации кортизола в крови коров опытной группы на 33 % ($p < 0,05$) относительно контроля.

Оценка стрессовой реакции только по уровню глюкокортикоидов может быть недостаточной, так как характер эндокринного ответа может меняться. В связи с этим в качестве более устойчивого маркера предлагается использовать соотношение кортизол/инсулин. Его повышение указывает на возрастание состояния напряжения и истощение адаптационного резерва [26, 27].

Согласно исследованиям С.С. Алексанина с соавт. [26], соотношение кортизол/инсулин оценивали по отношению к референтной медиане. Данная медиана была рассчитана как частное медиан референтных диапазонов для кортизола (нмоль/л) и инсулина (пмоль/л) и составила 0,6 [26].

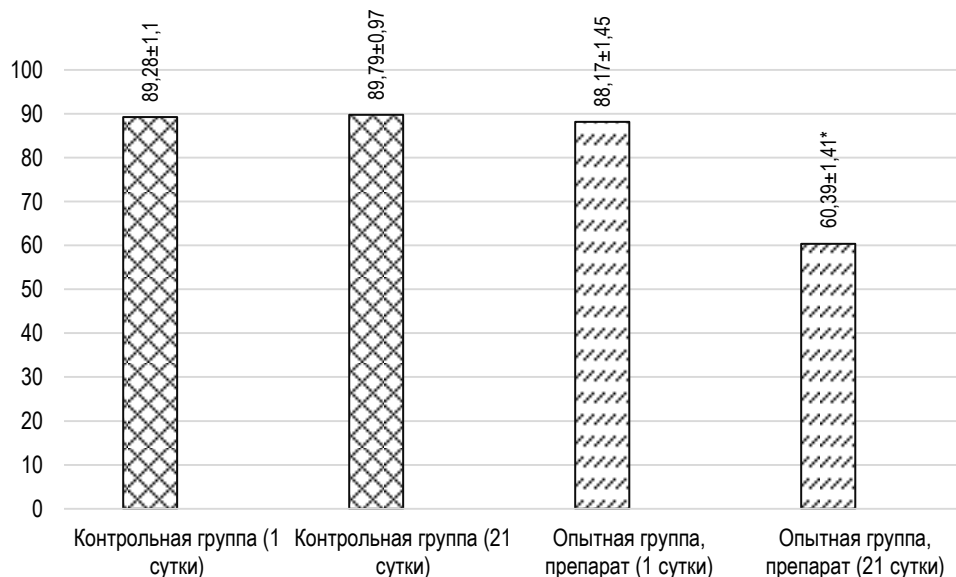


Рис. 2. Динамика изменения уровня кортизола в сыворотке крови высокопродуктивных коров экспериментальных групп при использовании в кормлении гранулированного препарата
Dynamics of cortisol level changes in serum of high-yielding cows during of the experimental groups when using a granular preparation

К 21-м суткам опыта медиана значений индекса кортизол/инсулин у контрольной группы коров составила 1,1, что было выше рассчитанной референтной медианы. Это изменение указывает на снижение адаптационного резерва животных и состояние напряжения у них. Вели-

чина индекса у контроля превышала рассчитанную референтную медиану в 1,8 раза. Изменение показателя кортизол/инсулин при скормлинии гранулированного препарата показано на рисунке 3.

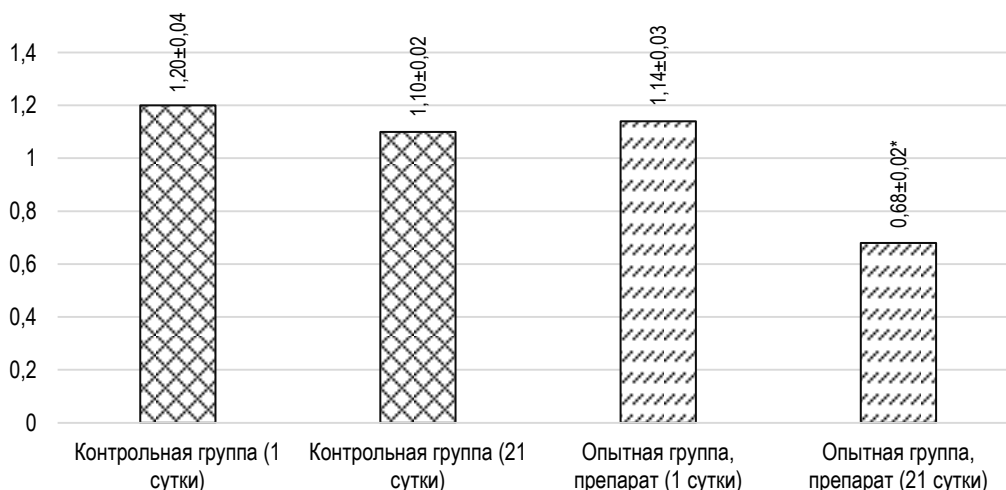


Рис. 3. Динамика изменения индекса кортизол/инсулин ($\times 10^3$) в сыворотке крови высокопродуктивных коров при скормлинии гранулированного препарата дополнительно к основному рациону
Dynamics of the cortisol/insulin index ($\times 10^3$) changes in the serum of high-yielding cows when fed a granular preparation in addition to the main diet

Согласно данным рисунка 3, введение дополнительно к основному рациону коров гранулированного препарата привело к тому, что к 21-м сут эксперимента (концу эксперимента) индекс кор-

тизол/инсулин был ниже контроля в 1,62 раза ($p < 0,05$) и приближался к рассчитанной референтной медиане, достигнув значения 0,68.

Таким образом, на фоне повышения эндогенного церулоплазмينا в крови опытных коров произошла нормализация индекса кортизол/инсулин, как одного из показателей адаптационного резерва.

Наблюдаемые нарушения исследуемых показателей у высокопродуктивных коров в усло-

виях промышленного комплекса сопровождались изменениями в лейкоцитарной формуле, а именно нейтрофилезом и эозинопенией. Введение гранулированного препарата вызвало следующие положительные изменения лейкоцитарного профиля (рис. 4).

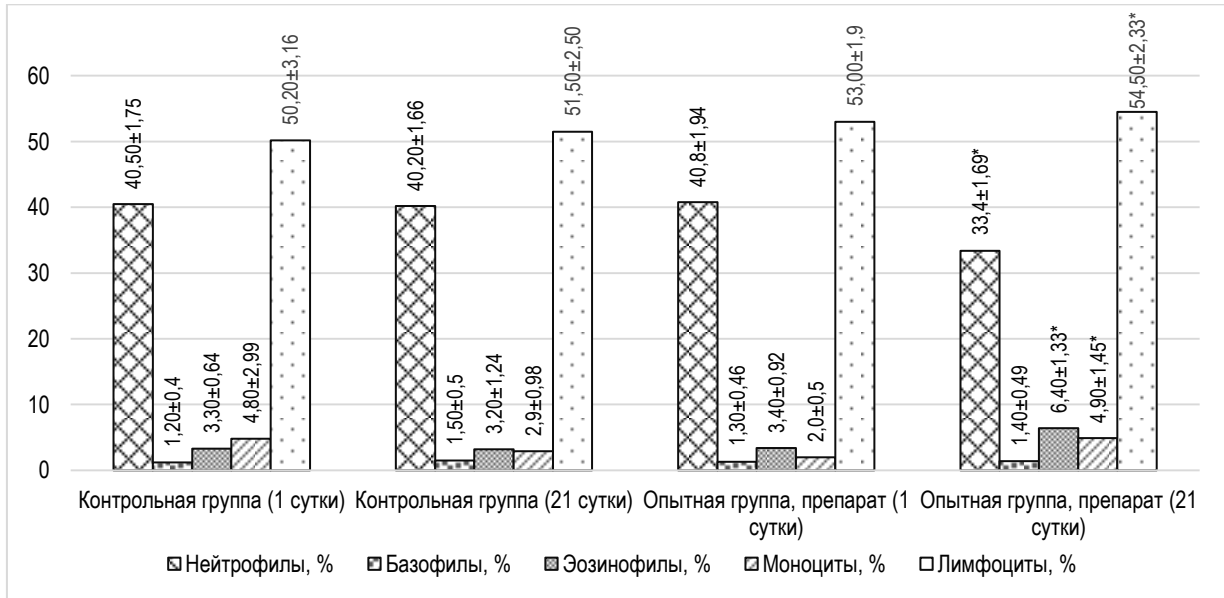


Рис.4. Сравнительный анализ лейкоцитарной формулы крови коров, содержащихся в стрессогенных условиях промышленного комплекса
Comparative analysis of the leukocyte formula of blood in cows kept under stress conditions of an industrial complex

Согласно анализу рисунка 4, в крови коров обеих групп в начале опыта содержание нейтрофилов было выше нормы (норма 30–36 %), в контрольной группе данный показатель оставался таковым на протяжении всего эксперимента. К 21-м сут эксперимента в опытной группе, получавшей дополнительно к основному рациону гранулированный препарат, количество нейтрофилов нормализовывалось и было ниже на 17 % ($p < 0,05$) относительно контрольной группы.

В первый день эксперимента было установлено, что уровень эозинофилов в контрольной и опытной группах был ниже референтных значений, равных 6–8 %, данное состояние сохранялось у животных контрольной группы на протяжении 21 сут опыта. Согласно научной литературе, снижение количества эозинофилов говорит об усилении работы коры надпочечников и увеличении функционального напряжения в организме [28–30]. При введении в рацион коров опытной группы гранулированного препарата из

сабельника, клюквы и лецитина к концу эксперимента уровень эозинофилов достиг значений ($6,40 \pm 1,33$) %, что соответствовало референтным значениям и было в 2 раза выше ($p < 0,05$), чем значения этих показателей у коров контрольной группы. Повышение уровня эозинофилов у коров опытной группы может косвенно указывать на снижение адаптационного напряжения в организме.

На начало эксперимента уровень лимфоцитов у коров обеих групп находился в пределах референтных значений, равных 40–65 %. При дополнительном введении в рацион опытной группы животных гранулированного препарата к концу эксперимента отмечалось повышение уровня данного показателя до ($54,50 \pm 2,33$) %, что было выше на 6 % ($p < 0,05$) по сравнению с контролем. По мнению Д.И. Березиной, это также может косвенно свидетельствовать о снижении синтеза кортикостероидов и повышении активности процессов адаптации [29].

Концентрация моноцитов в обеих группах находилась в пределах нормы на всем протяжении эксперимента. Однако к концу опыта у коров опытной группы было зафиксировано статистически значимое увеличение уровня моноцитов до значений ($4,90 \pm 1,45$) %, что входило в пределы референтных значений. В контрольной группе уровень моноцитов, находясь в пределах нормы, к 21-м суткам имел тенденцию к снижению, что, вероятно, связано со стрессогенной технологией промышленного содержания, которую можно рассматривать как хронический стресс, вызывающий иммуносупрессивное действие на организм [30].

Таким образом, скармливание дополнительно к основному рациону коров гранулированного препарата на основе сабельника болотного, плодов клюквы дикорастущей и подсолнечного лецитина положительно отразилось на лейкоцитарном профиле у животных опытной группы, проявляя тем самым иммуномодулирующее действие.

При воздействии стресс-факторов и при адаптации к их длительному действию у сельскохозяйственных животных отмечаются изменения в белково-липидном обмене.

Содержание общего белка в крови коров контрольной группы на протяжении всего эксперимента находилось в пределах ($69 \pm 1,14$) – $*71,6 \pm 1,92$) г/л, а у опытной группы в его начале ($69,1 \pm 0,99$) г/л. Содержание белка в обеих группах в начале эксперимента находилось у нижней границы референтного интервала, равного (72,0–86,0) г/л. Однако введение в рацион опытной группы гранулированного препарата привело к достоверному повышению данного показателя до уровня ($83,7 \pm 1,05$) г/л. По сравнению с контрольной группой уровень общего белка к концу эксперимента у коров, получавших препарат, был выше на 14 % ($p < 0,05$).

Концентрация мочевины была ниже нормы в крови коров контрольной группы и составила ($1,5 \pm 0,84$) – ($1,6 \pm 2,12$) ммоль/л на протяжении всего исследования, тогда как у коров опытной группы концентрация была ниже нормы только в начале эксперимента ($1,61 \pm 0,11$) ммоль/л. На фоне применения гранулированного препарата в опытной группе было зафиксировано достоверное повышение данного показателя до ($3,27 \pm 0,18$) ммоль/л. К 21-м суткам концентрация мочевины в опытной группе приблизилась к нижней границе рефе-

рентного интервала и превышала показатель контрольной группы на 51 % ($p < 0,05$).

Содержание мочевины в крови коров контрольной и опытной групп на протяжении всего эксперимента находилось в пределах референтного интервала, равного 60–120 мкмоль/л. Однако введение в рацион опытной группы гранулированного препарата на основе сабельника, клюквы и лецитина привело к снижению данного показателя, который к концу эксперимента был равен ($76 \pm 1,41$) мкмоль/л и стал на 32 % ($p < 0,05$) ниже, чем в контроле.

Исходно гиперхолестеринемия отмечалась и в контрольной ($4,63 \pm 1,0$) ммоль/л, и опытной ($4,8 \pm 0,11$) ммоль/л группах при норме 1,30–4,42 ммоль/л. В то время как у контрольных животных она сохранялась ($4,78 \pm 0,12$) ммоль/л, применение гранулированного препарата привело к нормализации холестерина к концу опыта ($3,2 \pm 0,09$) ммоль/л, при этом эти значения были на 33 % ($p < 0,05$) ниже, чем у коров контрольной группы.

На начало эксперимента в крови коров обеих групп содержание триглицеридов превышало референтные значения (норма 0,22–0,60 ммоль/л). У коров контрольной группы это состояние сохранялось в течение всего периода исследования. К 21-м суткам эксперимента уровень триглицеридов у опытных коров снизился до ($0,5 \pm 0,01$) ммоль/л, что на 43 % ($p < 0,05$) ниже значений контрольной группы ($0,88 \pm 0,01$ ммоль/л), в которой животные получали только основной рацион.

Таким образом, применение в течение 21 сут растительного гранулированного препарата на основе сабельника, клюквы и подсолнечного лецитина вызвало комплексную положительную динамику показателей липидного и белкового обменов. Наблюдаемое повышение общего белка и мочевины до уровня референтных значений на фоне одновременного снижения мочевины говорит об активации белкового синтеза и улучшении азотистого обмена. Одновременная коррекция показателей липидного обмена указывает на восстановление метаболического гомеостаза у коров за счет повышения адаптационного резерва животных в условиях промышленного стресса.

Заключение. Проведенное исследование позволило установить, что скармливание высокопродуктивным коровам в условиях промышленного комплекса гранулированного препарата

на основе сабельника болотного, клюквы и подсолнечного лецитина в течение 21 суток оказывает комплексное адаптогенное действие. Гранулированный препарат стимулирует эндогенный синтез церулоплазмينا и улучшает метаболизм железа, что подтверждается достоверным повышением количества эритроцитов и уровня гемоглобина. Применение препарата способствует повышению адаптационного резерва, оцененного по индексу кортизол/инсулин, и снижению уровня кортизола, что свидетельствует о повышении устойчивости организма к технологическому стрессу. В опытной группе зафиксировано повышение уровня общего белка и мочевины до физиологической нормы, а также

коррекция липидного профиля (по холестерину и триглицеридам), что указывает на нормализацию показателей белково-липидного статуса. Гранулированный препарат проявляет иммуномодулирующую активность, выражающуюся в нормализации лейкоцитарной формулы.

Таким образом, разработанный гранулированный препарат является эффективным средством для коррекции стресс-индуцированных нарушений в морфобиохимических показателях, включая антиоксидантную систему, и повышения адаптационного потенциала высокопродуктивных коров в условиях промышленного содержания.

Список источников

1. Абилов А.И., Гудилина А.А., Комбарова Н.А., и др. Кортизол как маркер физиологического стресса у быков-производителей (*Bos taurus*) // Сельскохозяйственная биология. 2024. Т. 59, № 2. С.301–315. DOI: 10.15389/agrobiology.2024.2.301rus. EDN: QEVBDG.
2. Кулаков В.В., Быстрова И.Ю., Панина Н.О. Сравнительная оценка влияния вакцинального стресса на ряд физиологических показателей, продуктивности и показатели молока коров // Молочно-хозяйственный вестник. 2021. Т. 41, № 1. С.44-53. DOI: 10.52231/2225-4269_2021_1_44. EDN: LDXNSW.
3. Боголюбова Н.В., Некрасов Р.В., Зеленченкова А.А. Антиоксидантный статус и качество мяса у сельскохозяйственной птицы и животных при стрессе и его коррекция с помощью адаптогенов различной природы (Обзор) // Сельскохозяйственная биология. 2022. Т. 57, № 4. С. 628–663. DOI: 10.15389/agrobiology.2022.4.628rus. EDN: ХААКНС.
4. Шукуров Ф.А., Халимова Ф.Т. Лекции по нормальной физиологии. Лекция № 30. Тема: Адаптация организма к различным факторам, механизмы и фазы. Стресс и его стадии. Классификация стрессов и стрессоров. Общий адаптационный синдром и его механизм. Стресс реализующие и стресс лимитирующие системы // Биология и интегративная медицина. 2025. Т. 77, № 5. С. 12–22. DOI: 10.24412/ci-34438-2025-577-12-22. EDN: J1TMTJ.
5. Пожилова Е.В., Новиков В.Е., Левченкова О.С. Активные формы кислорода в физиологии и патологии клетки // Вестник Смоленской государственной медицинской академии. 2015. Т. 14, № 2. С. 13–22. EDN: UHOVFR.
6. Ли О.Н., Тыртышникова А.В., Кропотов А.В., и др. Антиоксидантные свойства комбинированного препарата, содержащего янтарную кислоту, при тепловом воздействии на организм // Тихоокеанский медицинский журнал. 2021. Т. 83, № 1. С.76–79. DOI: 10.34215/1609-1175-2021-1-76-79. EDN: AZHEQJ.
7. Чуешова Н.В., Щемелев В.М., Щурова Е.А., и др. Антиоксидантная система печени крыс-самцов на разных этапах онтогенеза в условиях хронического воздействия электромагнитного поля низкой интенсивности // Медико-биологические проблемы жизнедеятельности. 2024. № 2. С. 87–94. DOI: 10.58708/2074-2088.2024-2(32)-87-94. EDN: ZXUHJY.
8. Салимова М.Д., Аталян А.В., Надеяева Я.Г., и др. Церулоплазмин и комплемент С3 как маркеры снижения показателей овариального резерва у женщин репродуктивного возраста // Фундаментальная и клиническая медицина. 2023. Т. 8, № 1. С. 8–20. DOI: 10.23946/2500-0764-2023-8-1-8-20. EDN: СКЗВМО.
9. Ващенко В.И., Ващенко Т.Н. Биология и фармакология церулоплазмينا: от эксперимента до лекарственной терапии // Обзоры по клинической фармакологии и лекарственной терапии. 2008. Т. 6, № 1. С. 31–44. EDN: JQQBRF.

10. Мирошников П.Н., Жучаев К.В., Коваль Ю.И. Антиоксидантная активность экстрактов душицы обыкновенной и сабельника болотного, произрастающих в Алтайском крае, в связи с содержанием в них флавоноидов // Вестник НГАУ. 2024. № 3. С. 213–220. DOI: 10.31677/2072-6724-2024-72-3-213-220. EDN: PTWZBK.
11. Стругар Й., Повыдыш М.Н. Химические компоненты *COMARUM PALUSTRE L.* и их биологическая активность // Медико-фармацевтический журнал "Пульс". 2020. Т. 22, № 12. С. 126–139. DOI: 10.26787/nydha-2686-6838-2020-22-12-126-140. EDN: HGKMWW.
12. Хобракова В.Б., Николаев С.М., Аляутдин Р.Н., и др. Иммуномодулирующие свойства сухого экстракта сабельника болотного // Российский медицинский журнал. 2008. № 5. С. 31–33. EDN: KFTAKF.
13. Фисинин В.И., Сурай П.Ф., Кузнецов А.И., и др. Стрессы и стрессовая чувствительность кур в мясном птицеводстве. Диагностика и профилактика. Троицк: Южно-Уральский государственный аграрный университет, 2013. 215 с. EDN: RKRHBR.
14. Ершик О.А., Бузук Г.Н. Проантоцианидины корневищ с корнями сабельника болотного в условиях термической и механохимической обработки // Вестник фармации. 2015. Т. 67, № 1. С. 28–33. EDN: TQSSFN.
15. Бобрик Т.В. Некоторые биологически активные вещества и микроэлементы в лекарственных растениях белорусского Полесья // Веснік МДПУ імя І.П. Шамякіна. 2006. Т. 15, № 2. С. 42–48.
16. Сергун В.П., Буркова В.Н., Береславец Е.А., и др. Пищевые функциональные системы: специализированный продукт для коррекции обменных нарушений при альгодисменорее // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. 2024. № 3. С. 42–51. DOI: 10.24412/2311-6447-2024-3-42-51. EDN: ZDXPWR.
17. Ермакова В.Ю., Лузин А.А., Доброхотов Д.А., и др. Сравнительный анализ состава и количественного содержания антоцианов в плодах клюквы обыкновенной (*Vaccinium oxycoccos L.*) и крупноплодной (*Vaccinium macrocarpon Ait.*) // Медико-фармацевтический журнал «Пульс». 2023. Т. 25, № 3. С. 131–138. DOI: 10.26787/nydha-2686-6838-2023-25-3-131-138. EDN: KKZBDV.
18. Кривых Е.А., Гуляев А.Е., Коваленко Л.В. Потенциал геропротекторной активности полифенолов типичных северных ягод // Вестник СурГУ. Медицина. 2019. Т. 39, № 1. С. 65–72. EDN: RSKQWE.
19. Шошина О.В., Соболева Н.В., Дускаев Г.К., и др. Роль кормовых добавок в формировании продуктивности жвачных (обзор) // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2025. Т. 26, № 5. С. 975–997. DOI: 10.30766/2072-9081.2025.26.5.975-997. EDN: WMSBFE.
20. Ильченко Л.Ю., Осканова Р.С., Федоров И.Г. Эссенциальные фосфолипиды: от фармакологических свойств к терапевтическому эффекту // Терапия. 2015. № 2. С. 56–63. EDN: VLKECV.
21. Лисица А.В., Соодаева С.К., Климанов И.А., и др. Использование препаратов, созданных на фосфолипидной основе, в пульмонологической практике // Практическая медицина. 2013. Т. 74, № 5. С. 21–27. EDN: RKNXTR.
22. Алексеев К.В., Блынская Е.В., Тишков С.В., и др. Вспомогательные вещества для применения в технологии резинок жевательных лекарственных // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. 2020. Т. 23, № 6. С. 3–9. DOI: 10.29296/25877313-2020-06-01. EDN: CELFAF.
23. Дзяк Г.В., Дроздов А.Л., Шульга С.М., и др. Современные представления о биологических свойствах лецитина (лекция для врачей) // Медичні перспективи. 2010. Т. XV, № 2. С. 123–135. EDN: QBXIHJ.
24. Патшина М.В., Гуринович Г.В., Патракова И.С., и др. Изучение антиокислительной способности лецитина в составе белково-жировой эмульсии на основе животных жиров // Инновации и продовольственная безопасность. 2022. № 1. С. 18–24. DOI: 10.31677/2311-0651-2022-35-1-18-24. EDN: QSFUAN.
25. Комиссарова Н.А., Ярован Н.И., Масалов В.Н. Обоснование состава гранулированного фитопрепарата для коррекции стресс-обусловленных нарушений у коров при промышленном содержании // Вестник Брянской ГСХА. 2025. № 6. С. 36–41. EDN: WIQJUO.

26. Алексанин С.С., Алхутова Н.А., Ковязина Н.А., и др. Лабораторные маркеры адаптации к условиям Арктики: научный поиск и перспективы внедрения // Клиническая лабораторная диагностика. 2022. № 5. С. 267–270. DOI: 10.51620/0869-2084-2022-67-5-267-270. EDN: SPUOEC.
27. Сюсюка В.Г., Колокот Н.Г., Абрамов А.В., и др. Оценка баланса кортизол/инсулин у беременных с задержкой роста плода. В сб.: Научно-практическая конференция с международным участием. «Актуальные проблемы биохимии». Гродно, 28 мая 2021 г. Гродно: Гродненский государственный медицинский университет, 2021. С. 241–244. EDN: OJAAFZ.
28. Разводовский Ю.Е. Психосоциальный дистресс как фактор риска сердечно-сосудистой патологии // Медицинская панорама. 2011. С. 51–54.
29. Березина Д.И. Изменения в морфологическом составе крови телят при индуцированном гормонами стрессе. В сб.: VI Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Молодые исследователи агропромышленного и лесного комплексов – регионам». Вологда-Молочное, 2021. Т. 3, Ч. 2. С. 10–15. EDN: NDYGUL.
30. Прохоренко И.О., Германова В.Н., Сергеев О.С. Стресс и состояние иммунной системы в норме и патологии. Краткий обзор литературы // Вестник медицинского института «Реавиз»: реабилитация, врач и здоровье. 2017. Т. 25, № 1. С. 82–90. EDN: YLFZHH.

References

1. Abilov AI, Gudilina AA, Kombarova NA, et al. Cortisol as a marker of physiological stress in Bos Taurus sires. *Agricultural Biology*. 2024;59(2):301-315. (In Russ.). DOI: 10.15389/agrobiology.2024.2.301rus.
2. Kulakov VV, Bystrova IYu, Panina NO. Comparative evaluation of the influence of vaccinal stress on a number of physiological indicators, productivity and quality indicators of cows. *Molochnokhozyaistvenny Vestnik*. 2021;1(41):44-53. (In Russ.). DOI: 10.52231/2225-4269_2021_1_44.
3. Bogolyubova NV, Nekrasov RV, Zelenchenkova AA. Antioxidant status and quality of poultry and animal meat under stress and its correction with the use of various adaptogens (review). *Agricultural Biology*. 2022;57(4):628-663. (In Russ.). DOI: 10.15389/agrobiology.2022.4.628rus.
4. Shukurov FA, Khalimova FT. Lectures on normal physiology. Lecture no. 30. Topic: body adaptation to various factors, mechanisms and phases. Stress and its stages. Classification of stresses and stressors. General adaptation syndrome and its mechanism. Stress implementing and stress limiting systems. *Biology and Integrative Medicine*. 2025;5(77):12-22. (In Russ.). DOI: 10.24412/cl-34438-2025-577-12-22.
5. Pozhilova EV, Novikov VE, Levchenkova OS. Reactive oxygen species in cell physiology and pathology. *Vestnik of the Smolensk state medical academy*. 2015;14(2):13-22. (In Russ.). EDN: UHOVFR.
6. Li ON, Tytyshnikova AV, Kropotov AV, et al. Antioxidant properties of a combined medicine containing ambery acid with thermal influence on the organism. *Pacific Medical Journal*. 2021;83(1):76-79. (In Russ.). DOI: 10.34215/1609-1175-2021-1-76-79.
7. Chueshova NV, Schemelev VM, Shchurova EA, et al. Antioxidant system of the liver of male rats at different stages of ontogenesis under conditions of chronic exposure to low-intensity electromagnetic field. *Medical and Biological Problems of Life Activity*. 2024;2:87-94. (In Russ.). DOI: 10.58708/2074-2088.2024-2(32)-87-94.
8. Salimova MD, Ataian AV, Nadeliaeva YaG, et al. Ceruloplasmin and complement C3 are markers of diminished ovarian reserve in premenopausal women. *Fundamental and Clinical Medicine*. 2023;8(1):8-20. (In Russ.). DOI:10.23946/2500-0764-2023-8-1-8-20.
9. Vashchenko VI, Vashchenko TN. Biologiya i farmakologiya tseruloplazmina: ot eksperimenta do lekarstvennoi terapii. *Reviews on Clinical Pharmacology and Drug Therapy*. 2008;6(1):31-44. (In Russ.). EDN: JQQBRF.
10. Miroshnikov PN, Zhuchayev KV, Koval YL. Antioxidant activity of extracts of oregano and marsh cinquefoil, growing in the Altai region, in connection with their content of favonoids. *Bulletin of NSAU*. 2024;3:213-220. (In Russ.). DOI: 10.31677/2072-6724-2024-72-3-213-220.
11. Strugar J, Povydysh MN. Chemical components of Comarum palustre L. and their biological activity. *Medical & pharmaceutical journal "Pulse"*. 2020;12(22):126-140. (In Russ.).

12. Khobrakova VB, Nikolaev SM, Aliautdin RN, et al. Immunomodulating properties of dry cowberry (*Comarum palustre*) extract. *Russian medicine*. 2008;5:31-33. (In Russ.). EDN: KFTAKF.
13. Fisinin VI, Surai PF, Kuznetsov AI, et al. *Stressy i stressovaya chuvstvitel'nost' kur v myasnom pitsevodstve. Diagnostika i profilaktika*. Troitsk: UGAVM; 2013. 215 p. (In Russ.). EDN: RKRHBR.
14. Yorshik OA, Buzuk GN. Proanthocyanidins of rhizomes with roots of *Comarum palustre* L. in terms of thermal and mechanochemical treatment. *Vestnik farmatsii*. 2015;1(67):28-33. (In Russ.). EDN: TQSSFN.
15. Bobrik TV. Nekotorye biologicheski aktivnye veschestva i mikroelementy v lekarstvennykh rasteniyah belorusskogo Poles'ya. *Vestnik MDPU imya I. P. Shamyakina*. 2006;2(15):42-48. (In Russ.).
16. Sergun VP, Burkova VN, Bereslavetz EA, et al. Functional food systems: a natural biocomplex for the correction of metabolic disorders in age-associated diseases. *Technologies of the food and processing industry of the agro-industrial complex – healthy food products*. 2024;3:42-51. (In Russ.). DOI: 10.24412/2311-6447-2024-3-42-51.
17. Ermakova VY, Luzin AA, Dobrokhotov DA, et al. Comparative analysis of the composition and quantitative content of anthocianins in the fruits of cranberries (*Vaccinium oxycoccus* L.) and large-fruited (*Vaccinium macrocarpon* ait.). *Medical & pharmaceutical journal "Pulse"*. 2023;25(3):131-138. (In Russ.). DOI: 10.26787/nydha-2686-6838-2023-25-3-131-138.
18. Krivykh EA, Gulyaev AE, Kovalenko LV. The potential of geroprotective activity in polyphenols typical of northern berries. *Vestnik SurGU. Meditsina*. 2019;1(39):65-72. (In Russ.). EDN: RSKQWE.
19. Shoshina OV, Soboleva NV, Duskaev GK, et al. The role of feed additives in the formation of ruminant productivity (review). *Agricultural Science Euro-North-East*. 2025;26(5):975-997. (In Russ.). DOI: 10.30766/2072-9081.2025.26.5.975-997.
20. Il'chenko LY, Oskanova RS, Fedorov IG. Essential'nye fosfolipidy: ot farmakologicheskikh svoystv k terapevticheskomu efektu. *Therapy*. 2015;2:56-63. (In Russ.). EDN: VLKECV.
21. Lisitsa AV, Soodaeva SK, Klimanov IA, et al. Using drugs created on the phospholipid-basis in pulmonological practice. *Practical Medicine*. 2013;5(74):21-27. (In Russ.). EDN: RKNXTR.
22. Alekseev KV, Blynskaya EV, Tishkov SV, et al. Excipients for use in medicated chewing gum technology. *Problems of biological, medical and pharmaceutical chemistry*. 2020;23(6):3-9. (In Russ.). DOI: 10.29296/25877313-2020-06-01.
23. Dzyak GV, Drozdov AL, Shul'ga SM, et al. Sovremennyye predstavleniya o biologicheskikh svoystvakh letsitina (lektsiya dlya vrachei). *Medichni Perspektivi*. 2010;15(2):123-135. (In Russ.). EDN: QBXIHJ.
24. Patshina MV, Gurinovich GV, Patrakova IS, et al. The investigation of lecithine antioxidant ability under consist of rprotein-fats emulsion based on animals' fats. *Innovations and Food Safety*. 2022;1:18-24. (In Russ.). DOI: 10.31677/2311-0651-2022-35-1-18-24.
25. Komissarova NA, Yarovan NI, Masalov VN. Substantiation of the composition of a granulated phytopreparation for the correction of stress-induced disorders in cows under industrial conditions. *Bulletin of the Bryansk Agricultural Academy*. 2025;6:36-41. (In Russ.).
26. Aleksanin SS, Alkhotova NA, Kovyazina NA, et al. Laboratory markers of adaptation to arctic conditions: scientific search and prospects of implementation. *Clinical laboratory diagnostics*. 2022;5:267-270. (In Russ.). DOI: 10.51620/0869-2084-2022-67-5-267-270.
27. Syusyuka VG, Kolokot NG, Abramov AV, et al. Ocenka balansa kortizol/insulin u beremennykh s zaderzhkoj rosta ploda. In: Nauchno-prakticheskaya konferenciya s mezhdunarodnym uchastiem. "Aktual'nye problemy biohimii". Grodno, 28 May 2021. Grodno: Grodnenskiy gosudarstvennyy medicinskiy universitet; 2021. P. 241–244. (In Russ.). EDN: OJA AFZ.
28. Razvodovskii YE. Psychosocial distress as a risk factor of cardiovascular pathology. *Meditsinskaya Panorama*. 2021:51-54. (In Russ.).
29. Berezina DI. Izmeneniya v morfologicheskom sostave krovi tilyapij pri inducirovannom gormonami stresse. In: VI Vserossiyskaya nauchno-prakticheskaya konferenciya s mezhdunarodnym uchastiem "Molodye issledovateli agropromyshlennogo i lesnogo kompleksov – regionam". Vologda-Molochnoe, 2021;3(2):10-15. (In Russ.). EDN: NDYGUL.

30. Prokhorenko IO, Germanova VN, Sergeev OS. Stress and state of the immune system in norm and pathology. Brief review of literature. *Bulletin of the Medical Institute 'REAVIZ: Rehabilitation, Doctor, and Health*. 2017;1(25):82-90. (In Russ.). EDN: YLFZHH.

Статья принята к публикации 23.03.2026 / The article accepted for publication 23.03.2026.

Информация об авторах:

Наталья Анатольевна Комиссарова, ассистент кафедры общей, биологической, фармацевтической химии и фармакогнозии, кандидат биологических наук

Наталья Ивановна Ярован, заведующая кафедрой химии и биотехнологии, доктор биологических наук

Information about the authors:

Natalia Anatolyevna Komissarova, Assistant Professor at the Department of General, Biological, Pharmaceutical Chemistry and Pharmacognosy, Candidate of Biological Sciences

Natalia Ivanovna Yarovan, Head of the Department of Chemistry and Biotechnology, Doctor of Biological Sciences

