



DOI: 10.32634/0869-8155-2026-402-01-62-67

Р.Г. Сапронова ✉

Г.М. Крюковская

М.В. Матвеева

Т.О. Марюшина

Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ), Москва, Россия✉ sapronovar@list.ru

Поступила в редакцию: 25.07.2025

Одобрена после рецензирования: 11.11.2025

Принята к публикации: 26.12.2025

© Сапронова Р.Г., Крюковская Г.М., Матвеева М.В., Марюшина Т.О.

Общеклинические показатели крови служебных собак на фоне влияния гумата калия

РЕЗЮМЕ

В данном исследовании рассматривается влияние кормовой добавки, содержащей гумат калия, на гематологические параметры у служебных собак ($n = 20$), подверженных значительным физическим нагрузкам. Такая усиленная работа может вызывать метаболические расстройства, воспалительные процессы и эндогенную интоксикацию, что негативно сказывается на функции эритроцитов, реологии крови и тканевой оксигенации. Гуминовые кислоты, известные своими антиоксидантными, детоксицирующими и модулирующими гемостаз свойствами, применялись в дозировке 25 мг ежедневно в течение 21 дня как дополнение к основному рациону. Гематологический анализ, выполненный с помощью анализатора и фазово-контрастной микроскопии, показал значительные улучшения гематологических параметров: увеличение количества эритроцитов на 18,2%, повышение уровня гемоглобина на 16,8%, улучшение среднего корпускулярного содержания гемоглобина (МСНС) на 17,7%. Морфологические изменения эритроцитов включали 100%-ное увеличение нормоцитов относительно исходного значения, а также снижение микроцитоза (25,0%), гипохромии (14,3%), эхиноцитоза (30,0%) и сфероцитоза (50,0%). Эти данные указывают на усиление способности транспортировать кислород, улучшение морфологии эритроцитов и снижение числа патологических клеточных форм. Во время эксперимента побочных реакций не выявлено. Данное исследование демонстрирует эффективность гуминовых кислот в стабилизации гематологических параметров и улучшении функции эритроцитов у собак при сильных нагрузках.

Ключевые слова: кормовые добавки, гематология, гуминовые кислоты, гумат калия, метаболизм, собаки, эритропоэз

Для цитирования: Сапронова Р.Г., Крюковская Г.М., Матвеева М.В., Марюшина Т.О. *Общеклинические показатели крови служебных собак на фоне влияния гумата калия. *Аграрная наука.* 2026; 402(01): 62–67.* <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2026-402-01-62-67>



DOI: 10.32634/0869-8155-2026-402-01-62-67

Regina G. Sapronova ✉

Galina M. Kryukovskaya

Margarita V. Matveeva

Tatiana O. Maryushina

Russian University of Biotechnology (ROSBIOTECH), Moscow, Russia✉ sapronovar@list.ru

Received by the editorial office: 25.07.2025

Accepted in revised: 11.11.2025

Accepted for publication: 26.12.2025

© Sapronova R.G., Kryukovskaya G.M., Matveeva M.V., Maryushina T.O.

General clinical blood parameters of service dogs under the influence of potassium humate

ABSTRACT

This study investigated the effects of a feed additive containing potassium humate on hematological parameters in working dogs ($n = 20$) subjected to significant physical exertion. Such intense exercise can induce metabolic disorders, inflammatory processes, and endogenous intoxication, which negatively affect erythrocyte function, blood rheology, and tissue oxygenation. Humic acids, known for their antioxidant, detoxifying, and hemostasis-modulating properties, were administered at a dosage of 25 mg daily for 21 days as a supplement to the main diet. Hematological analysis, performed using an analyzer and phase-contrast microscopy, revealed significant improvements in hematological parameters: an 18.2% increase in red blood cell count, a 16.8% increase in hemoglobin levels, and a 17.7% improvement in the Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration (MCHC). Morphological changes in erythrocytes included a 100% increase in normocytes relative to the baseline value, as well as reductions in microcytosis (25.0%), hypochromia (14.3%), echinocytosis (30.0%), and spherocytosis (50.0%). These data indicate an enhanced oxygen transport capacity, improved erythrocyte morphology, and a decreased number of pathological cell forms. No adverse reactions were detected during the experiment. This study demonstrates the efficacy of humic acids in stabilizing hematological parameters and improving erythrocyte function in dogs under heavy physical loads.

Key words: dietary supplements, hematology, humic acids, potassium humate, metabolism, dogs, erythropoiesis

For citation: Sapronova R.G., Kryukovskaya G.M., Matveeva M.V., Maryushina T.O. *General clinical blood parameters of service dogs under the influence of potassium humate. *Agrarian science.* 2026; 402(01): 62–67 (in Russian).* <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2026-402-01-62-67>

Введение/Introduction

Работа служебных собак связана с выполнением задач различной сложности — от охраны и поисково-спасательных операций до канистерапии. Поддержание оптимального клинического статуса животных является важным условием их работоспособности и выносливости. В периоды интенсивных нагрузок организм собак испытывает значительное физиологическое напряжение, что требует применения специализированных кормовых добавок, способных активировать метаболические процессы и повышать адаптационный потенциал [1–3].

Перспективной группой биологически активных соединений являются гуминовые вещества, в частности гумат калия. Эти соединения представляют собой природные комплексы с разнообразной биохимической активностью, обладающие антиоксидантными, детоксикационными и адаптогенными свойствами [4–6]. Биологическая активность гуминовых кислот обусловлена их сложной молекулярной структурой, содержащей ароматические ядра с гидроксильными и карбоксильными функциональными группами [7].

Несмотря на достаточно изученные общие механизмы действия гуминовых веществ, их специфическое влияние на гематологические параметры у служебных собак остается малоисследованным.

Актуальность настоящего исследования обусловлена необходимостью научного обоснования применения гумата калия в кинологической практике для коррекции показателей крови у животных в условиях интенсивных нагрузок.

Цель настоящей работы — оценка воздействия гумата калия на гематологические параметры и морфологию эритроцитов у служебных собак в условиях контролируемого эксперимента.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Исследования проводили на кафедре ветеринарной медицины «РОСБИОТЕХ» и в ветеринарной клинике «ВетТал» (г. Москва, Россия) с 2022 по 2024 год. Объектом исследования были 20 служебных собак возрастной группы от 6 до 7 лет (10 особей бельгийской породы и 10 — немецкой овчарки), кобели, без видимых клинических отклонений, масса тела испытуемых составляла $29,0 \pm 1,5$ кг. Из них по 5 собак каждой породы были в опытной группе и контрольной соответственно. Содержание вольерное, кормление кормом производства «РосПёс, Гарнизон» (Россия).

Взятие крови производили дважды (до начала приема гумата калия и на 21-е сутки ежедневного кормления добавкой) из подкожной вены предплечья инъекционной иглой 18G после 12-часовой голодной диеты в пробирки (Bodywin, Китай) с K2-ЭДТА емкостью 4 мл.

Исследования крови проводили на гематологическом анализаторе MicroCC-20Plus (High Technology Inc., США). СОЭ определяли методом Панченкова¹, гематокрит измеряли на карточном гематокритном ридере (STATSPIN, США). Лейкоцитарную формулу определяли морфологическим методом с микроскопией окрашенных мазков крови. Использовали методику окраски по Май-Грюнвальду. Окрашенные мазки исследовали под увеличением $\times 1000$ с иммерсией (Saiko Digital, Китай). Лейкоциты подсчитывали по методу Меандра². Параллельно оценивали морфологию клеток крови с использованием рекомендаций Международного комитета по стандартизации в гематологии³.

Гуминовую кислоту калия ($C_9H_8K_2O_4$) применяли в таблетированной форме, где 65% — концентрация основного вещества, а остальные 35% — связующие вещества, в дозировке из расчета 10 мг на 1 кг веса 2 раза в сутки в течение 21 суток ежедневно.

Препарат вводили перорально без сопротивления со стороны собаки в игровой форме в качестве поощрения в 10:00 и 22:00. Все манипуляции проводили безопасно для животных⁴.

Восстановление после рабочих нагрузок оценивали по кардиореспираторным показателям (частоте сердечных сокращений, сатурации кислорода) («Пульсоксиметр Армед А300», Armed, Китай) после физических и эмоциональных нагрузок.

Статистический анализ данных проведен с использованием программы SPSS Statistic (США). Для описания признаков с нормальным распределением использовали среднее значение с указанием стандартного отклонения ($M \pm SD$).

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Данное исследование продолжает работу по изучению влияния гумата калия на животных [10]. Результаты общеклинического исследования крови служебных собак представлены в таблице 1.

В опытной группе зафиксировано достоверное улучшение по ключевым параметрам: увеличение гематокрита на 11,0%, уровня гемоглобина — на 16,8%, средней концентрации гемоглобина в эритроците (MCHC) — на 17,7%, среднего

¹ Крюковская Г.М., Мариюшина Т.О., Хамис Х.С.М. и др. Скорость оседания эритроцитов. Методология. Клиническое значение: учеб.-метод. пособие. М.: Франтера. 2025; 78. ISBN 978-5-94009-196-7

² https://www.dongau.ru/obuchenie/nauchnaya-biblioteka/Ucheb_posobiya/2019/Gematologiya_Polozjuk_OH_2019_159c.pdf

³ International Council for Standardization in Haematology. ICSH recommendations for haemoglobinometry in human blood // International Journal of Laboratory Hematology. 2015; 37: 1: 21–25.

⁴ Европейская конвенция о защите позвоночных животных, используемых для экспериментов или в иных научных целях [электронный ресурс] [рус., англ.]: заключена в г. Страсбурге 18.03.1986: ETS № 123. URL: <http://www.conventions.coe.int>

Таблица 1. Гематологические показатели служебных собак на фоне применения гумата калия

Table 1. Hematological parameters of service dogs on the background of potassium humate application

Показатели	Группа	До применения	На 21-е сутки применения	Изменение, %	Референсные значения	p-value (внутригрупповое)	p-value (межгрупповое на 21-е сутки)
Эритроциты (RBC), $\times 10^{12}/л$	Опытная	5,50 ± 0,28	6,50 ± 0,73	+18,2	5,5–8,5	> 0,05	< 0,05
	Контрольная	5,45 ± 0,31	5,52 ± 0,29	+1,3		> 0,05	
Гематокрит (HCT), %	Опытная	39,10 ± 0,54	43,40 ± 0,67	+11,0	39,0–52,0	< 0,001	< 0,01
	Контрольная	39,25 ± 0,61	39,80 ± 0,58	+1,4		> 0,05	
Гемоглобин (Hb), г/дл	Опытная	12,50 ± 0,45	14,60 ± 0,41	+16,8	12,0–18,0	< 0,05	< 0,05
	Контрольная	12,45 ± 0,42	12,55 ± 0,39	+0,8		> 0,05	
СОЭ (ESR), мм/час	Опытная	7,41 ± 0,29	2,90 ± 0,41	-60,9	2,0–3,5	< 0,001	< 0,001
	Контрольная	7,35 ± 0,32	7,20 ± 0,35	-2,0		> 0,05	
MCHC, гр/дл	Опытная	31,70 ± 0,81	37,30 ± 0,13	+17,7	32,0–38,0	< 0,01	< 0,01
	Контрольная	31,65 ± 0,78	31,80 ± 0,75	+0,5		> 0,05	
MCH, пкг	Опытная	21,40 ± 0,52	24,70 ± 0,78	+15,4	21,0–27,0	< 0,001	< 0,001
	Контрольная	21,35 ± 0,49	21,45 ± 0,51	+0,5		> 0,05	

содержания гемоглобина в эритроците (MCH) — на 15,4%. Наблюдалось статистически значимое снижение скорости оседания эритроцитов (СОЭ) — на 60,9% ($p < 0,001$).

В контрольной группе не выявлено статистически значимых изменений гематологических показателей ($p > 0,05$), что подтверждает специфическое действие гумата калия. Межгрупповой анализ показал достоверные различия между группами на 21-е сутки исследования по всем основным параметрам ($p < 0,05$).

Полученные данные свидетельствуют о выраженном положительном влиянии гумата калия на гематологический статус служебных собак и согласуются с результатами предыдущего исследования [10].

Статистический анализ с использованием парного t-теста показал исключительно высокую значимость наблюдаемых изменений ($p < 0,001$ для всех основных параметров). До начала исследования у животных отмечали показатели на нижней границе референсных значений.

По результатам настоящих исследований установлено, что до применения гумата калия среднее количество лейкоцитов, эритроцитов, средний объем эритроцитов, гемоглобин, среднее содержание гемоглобина в эритроците находились на нижнем значении, а показатель средней концентрации гемоглобина в эритроците — ниже минимального референсного диапазона, в то время, как процентное соотношение сегментоядерных нейтрофилов было повышено, а также отмечено умеренное наличие гиперсегментации их ядер (у 30% собак обнаружены в ядре более 5 сегментов, а у 55% собак — 5,5% нейтрофилов с пятисегментарным строением ядра), что говорит о напряженном иммунном, метаболическом статусе и развитии эндогенной интоксикации. Исходя из полученных результатов, предполагаем, что организм служебных собак в рабочий период практически всегда находится в состоянии функционального адаптивного напряжения, что отражается на показателях, в том числе СОЭ [9].

По литературным данным отмечено, что при истощении саногенетических резервов возможны увеличение экспрессии интегринов и формирование внеклеточных нейтрофильных ловушек (NET) [11, 12]. Соответственно, выявление, контроль и мероприятия по снижению данных цитологических особенностей являются важными, особенно для рабочих собак, поскольку неконтролируемое образование NET может являться предиктором ко многим воспалительным и аутоиммунным манифестациям, возникает нарушение гемодинамики, провоцируя микроангиопатии, развитие ишемии и анемического синдрома [12–14].

У исследуемых собак (вне зависимости от породной принадлежности) выявлены значения на пороге микроцитарной гипохромии. Стоит отметить, что в контрольной группе через 21 день параметры, характеризующие насыщение эритроцитов гемоглобином (MCHC, MCH), оставались без изменений.

На 21-е сутки после начала применения гумата калия была зафиксирована статистически значимая положительная динамика показателей крови. Количество лейкоцитов достигло медианы референса. Наблюдалось увеличение количества эритроцитов (на 18,2%), уровня гемоглобина (на 16,8%), а также средней концентрации гемоглобина в эритроците (MCHC) (на 17,7%). Вероятно, данные изменения связаны с модулирующим влиянием гуматов на метаболические процессы в клетках.

До применения препарата скорость оседания эритроцитов (СОЭ) составляла $7,4 \pm 0,29$ мм/ч, а через 21 день — $2,9 \pm 0,41$ мм/ч. Это подтверждает, что гуминовые кислоты способны связываться с белками крови посредством электростатических взаимодействий, водородных связей и гидрофобных эффектов, чем и объясняется изменение СОЭ. Агрегация эритроцитов снижается путем усиления их отрицательного заряда и обеспечивает улучшение микроциркуляции [14]. Вероятно, выявленные изменения обусловлены взаимодействием гумата калия с белками плазмы крови. Гуминовые кислоты, обладая

отрицательным зарядом при физиологическом рН 7,35–7,45 за счет диссоциации карбоксильных групп, способны связываться с положительно заряженными аминокислотными остатками белков плазмы [15]. Это может приводить к конформационным изменениям белковых молекул и модуляции их функциональной активности.

Результаты исследования морфологии эритроцитов на фоне применения гумата калия представлены в таблице 2.

На исходном этапе исследования, предшествующем применению гуматов, в морфологической картине эритроцитов были зарегистрированы патологические изменения: отмечались явления пойкилоцитоза, микроцитоза, гипохромии и анизохромии. Подобные нарушения эритроцитарных показателей могут отражать наличие хронических патологических процессов и (или) дисфункцию кроветворных органов.

Указанные морфологические аномалии эритроцитов потенциально способны вызывать нарушения кислородтранспортной функции крови, приводя к развитию тканевой гипоксии, ишемическим проявлениям и могут коррелировать с эндотоксикозом, расстройствами минерального гомеостаза, включая железодефицитные состояния. Эхиноцитоз, по мнению авторов, может являться следствием анемического синдрома, дисфункционального состояния сердечно-сосудистой и ренальной систем. Сфероцитоз у собак указывает на возможные процессы, связанные с аутоиммунным характером, овалоцитоз может быть обусловлен хронической эндогенной интоксикацией наряду с хроническим системным воспалительным процессом [8, 14].

Анализ данных выявил статистически значимые положительные изменения в основной группе по сравнению с контрольной ($p > 0,05$).

Размер эффекта (Cohen's d) для основных параметров в основной группе превышал 0,8, что может быть свидетельством влияния гумата калия на морфологию эритроцитов.

Полученные данные позволяют предположить, что гумат калия способствует нормализации и улучшению функционального состояния эритроцитов за счет стабилизации их мембран и оптимизации гемоглобинообразования.

На основании анализа цитоархитектоники эритроцитов после трехнедельного применения гумата калия зафиксированы существенные положительные сдвиги в клеточной морфологии. В основной группе зафиксировано увеличение доли нормоцитов на 100% ($p < 0,001$), что свидетельствует о нормализации структурно-функциональных параметров красных кровяных телец.

Полученные данные позволяют предположить механизм действия, связанный со стабилизацией гуматом калия основных цитоскелетных белков — спектрина и актина, критически важных для поддержания физиологической формы и механической устойчивости эритроцитов. Отмеченные морфологические изменения отражают восстановление баланса между процессами деструкции и обновления цитоскелетных элементов.

Данная перестройка внутриклеточной организации приводит к существенному повышению устойчивости эритроцитов к механическим воздействиям, улучшению их деформационной способности и восстановлению функциональной активности, что в конечном итоге оптимизирует реологические показатели крови [9, 14]. Одновременно с этим частота микроцитоза и снижение патологических форм эритроцитов: на 25% ($p < 0,001$) от исходного значения, что предположительно может быть связано с улучшением эритропоэза и (или) коррекцией нарушенного обмена железа. Выраженность гипохромии уменьшилась на 14,3% ($p < 0,01$), что может указывать на улучшение насыщения эритроцитов гемоглобином, вследствие нормализации метаболических процессов. В связи со способностью гуминовых соединений к хелатированию, образованию комплексов с ионами металлов повышается активность ферритина, трансферритина и

Таблица 2. Изменение морфологии эритроцитов служебных собак на фоне применения гумата калия
Table 2. Changes in erythrocyte morphology of service dogs on the background of potassium humate application

Показатель, % эритроцитов	Группа	До приема, %	Через 21 день, %	Изменение, %	Cohen's d	p-value
Нормоциты	Опытная	20,0 ± 0,46	40,0 ± 0,32	+100	15,30	< 0,001
	Контрольная	19,8 ± 0,42	20,5 ± 0,38	+3,5	1,80	> 0,05
Микроцитоз	Опытная	80,0 ± 0,31	60,0 ± 0,22	-25	75,80	< 0,001
	Контрольная	79,5 ± 0,35	78,0 ± 0,33	-1,9	4,50	> 0,05
Гипохромия	Опытная	70,0 ± 0,21	60,0 ± 0,45	-14,3	28,60	< 0,01
	Контрольная	69,5 ± 0,28	68,0 ± 0,31	-2,2	5,20	> 0,05
Анизохромия	Опытная	10,0 ± 0,25	0,0 ± 0,00	-100	–	< 0,001
	Контрольная	9,8 ± 0,22	9,50 ± 0,24	-3,1	1,30	> 0,05
Эхиноциты	Опытная	20,0 ± 0,51	14,0 ± 0,61	-30	10,70	< 0,01
	Контрольная	19,7 ± 0,48	19,0 ± 0,52	-3,6	1,40	> 0,05
Сфероциты	Опытная	20,0 ± 0,47	10,0 ± 0,32	-50	25,60	< 0,001
	Контрольная	19,8 ± 0,43	18,5 ± 0,41	-6,6	3,10	> 0,05
Овалоциты	Опытная	12,0 ± 0,25	0,0 ± 0,00	-100	–	< 0,001
	Контрольная	11,7 ± 0,27	11,2 ± 0,29	-4,3	1,80	> 0,05

супероксиддисмутазы [2]. Одновременно с этим эхиноцитоз снизился на 30% ($p < 0,01$), что может свидетельствовать об уменьшении оксидативного стресса или сокращения воздействия токсических факторов на мембраны эритроцитов. При взаимодействии фенольных и карбоксильных групп гуминовых кислот (серином, треонином, тирозином) с гидрофильными группами белков происходят усиление растворимости и препятствие денатурации при воздействии токсинов и окислителей [2, 7]. Было отмечено уменьшение количества сфероцитов на 50% ($p < 0,001$), что указывает на улучшение осмотической устойчивости эритроцитов и снижение разрушения клеточных мембран.

Важно отметить, что на фоне применения гуминовых кислот овалциты и анизоцитоз не выявлены ($p < 0,001$), что свидетельствует об отсутствии значительных нарушений в процессах эритропоэза, связанных с деформацией клеток.

Полученные данные подтверждают, что эффекты гуминовых веществ проявляются на функциях клеточных мембран [2, 15, 16]. Гуминовые кислоты встраиваются в липидный бислой мембраны эритроцитов благодаря своей амфифильной природе. Гидрофобные участки данных веществ взаимодействуют с жирными кислотами мембранных фосфолипидов, а гидрофильные группы контактируют с окружающей средой [15, 16]. Снижается склонность к гемолизу. Гумат калия может выступать донором электронов, нейтрализуя активные формы кислорода, увеличивая степень устойчивости мембран эритроцитов [16].

На фоне применения гумата калия у исследуемых служебных собак наблюдались следующие положительные изменения: достоверное повышение физической выносливости, выраженное улучшение рабочих показателей и значимое ($42,0 \pm 13,0\%$) сокращение периода

восстановления после интенсивных нагрузок. Прослеживается целесообразность применения гумата калия в ежедневном рационе служебных собак, обусловленная его комплексным положительным воздействием на организм, ускорением процессов восстановления после интенсивных физических и психоэмоциональных нагрузок, характерных для режима службы.

Выводы/Conclusions

В результате трехнедельного курса применения гумата калия у служебных собак выявлено статистически значимое ($p < 0,001$) улучшение ключевых гематологических параметров: увеличение гематокрита (на 11,0%), уровня гемоглобина (на 16,8%), средней концентрации гемоглобина в эритроците (MCHC) (на 17,7%), среднего содержания гемоглобина в эритроците (MCH) (на 15,4%), количества эритроцитов (на 18,2%), а также снижение скорости оседания эритроцитов (СОЭ) (на 60,9%).

Параллельно зарегистрированы достоверные позитивные изменения морфологических характеристик эритроцитов ($p < 0,001-0,01$), включающие двукратное увеличение доли нормоцитов, уменьшение распространенности микроцитоза на 25%, гипохромии на 14,3%, полное устранение анизохромии и овалцитоза (-100%), снижение частоты эхиноцитоза на 30% и сфероцитоза на 50%.

Помимо гематологических эффектов, отмечены повышение физической выносливости животных и сокращение периода постнагрузочного восстановления на $42,0 \pm 13,0\%$, что объективно подтверждает комплексное благоприятное воздействие гумата калия на кровяную систему и функциональное состояние служебных собак.

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в работу. Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data. All authors made an equal contribution to the work. The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism. The authors declare no conflict of interest.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Baryshev V.A., Popova O.S., Ponomarev V.S. New methods for detoxification of heavy metals and mycotoxins in dairy cows. *Online Journal of Animal and Feed Research*. 2022; 12(2): 81–88. <https://elibrary.ru/dxuobq>
- Савченко И.А., Корнеева И.Н., Лукша Е.А., Пасечник К.К. Биологическая активность гуминовых веществ: перспективы и проблемы их применения в медицине (обзор). *Журнал «МедиАль»*. 2019; (1): 54–60. <https://doi.org/10.21145/2225-0026-2019-1-54-60>
- Кукса А.Д., Потапова И.А. Гуминовые кислоты: инновации и перспективы использования. *Молодой ученый*. 2025; (15): 39–42. <https://elibrary.ru/stzyjn>
- Замятин С.А., Максимова Р.Б., Удалова Е.Ю. Оценка эффективности применения гуминового концентрата Дар при возделывании картофеля. *Вестник Марийского государственного университета. Серия: Сельскохозяйственные науки. Экономические науки*. 2019; 5(2): 156–162. <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2019-5-2-156-162>
- Горовая А.И., Орлова Д.С., Шчербенко О.В. Гуминовые вещества: строение, функции, механизм действия, протекторные свойства, экологическая роль. Киев: *Наукова думка*. 1995; 303. ISBN 5-12-004072-1

REFERENCES

- Baryshev V.A., Popova O.S., Ponomarev V.S. New methods for detoxification of heavy metals and mycotoxins in dairy cows. *Online Journal of Animal and Feed Research*. 2022; 12(2): 81–88. <https://elibrary.ru/dxuobq>
- Savchenko I.A., Korneeva I.N., Luksha E.A., Pasechnik K.K. Biological activity of humic substances: prospects and problems of their application in medicine (review). *«MediAl»*. 2019; (1): 54–60 (in Russian). <https://doi.org/10.21145/2225-0026-2019-1-54-60>
- Kuksa A.D., Potapova I.A. Humic acids: innovations and prospects of use. *Young scientist*. 2025; (15): 39–42 (in Russian). <https://elibrary.ru/stzyjn>
- Zamyatin S.A., Maksimova R.B., Udalova E.Yu. Evaluation of application efficiency of humic concentrate Dar in potato cultivation. *Vestnik of Mari State University. Chapter: Agriculture. Economics*. 2019; 5(2): 156–162 (in Russian). <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2019-5-2-156-162>
- Gorovaya A.I., Orlova D.S., Shcherbenko O.V. Humic substances: structure, function, mechanism of action, protective properties, and ecological role. Kyiv: *Naukova Dumka*. 1995; 303 (in Russian). ISBN 5-12-004072-1

6. Calvo P., Nelson L., Kloepper J.W. Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant and Soil*. 2014; 383(1–2): 3–41. <https://doi.org/10.1007/s11104-014-2131-8>

7. Vašková J., Veliká B., Pilátova M., Kron I., Vaško L. Effects of humic acids *in vitro*. *In vitro Cellular & Developmental Biology. Animal*. 2011; 47(5–6): 376–382. <https://doi.org/10.1007/s11626-011-9405-8>

8. Xu P. *et al.* Humic acids alleviate aflatoxin B1-induced hepatic injury by reprogramming gut microbiota and absorbing toxin. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 2023; 259: 115051. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2023.115051>

9. Давыдов Е.В., Уша Б.В., Марюшина Т.О., Крюковская Г.М., Немцева Ю.С. Изменение биохимических и гематологических показателей крови собак при онкологических заболеваниях после фотодинамической терапии. *Аграрный вестник Верхневолжья*. 2021; (4): 38–41. <https://doi.org/10.35523/2307-5872-2021-37-4-38-41>

10. Сапронова Р.Г., Крюковская Г. М. Гематологические показатели служебных собак при применении кормовых биологически активных добавок с гуминовыми кислотами. *Сборник научных трудов 13-й Международной межвузовской конференции по клинической ветеринарии в формате Partners*. М.: МГАВМиБ — МВА им. К.И. Скрябина. 2024; 2: 167–171. <https://elibrary.ru/rweajp>

11. Vorobyeva N.V. Vorobyeva N.V. Neutrophil extracellular traps: new aspects. *Bulletin of the Moscow University. Episode 16: Biology*. 2020; 75(4): 173–188. <https://doi.org/10.3103/S0096392520040112>

12. Крылов А.А. Принципы трактовки клинического анализа крови. Сообщение 1. Лейкоциты (лекция). *Вестник Санкт-Петербургской медицинской академии последипломного образования*. 2009; 1(2): 76–82. <https://elibrary.ru/nxryxt>

13. Серебренникова С.Н., Семинский И.Ж., Гузовская Е.В., Гуцол Л.О. Воспаление — фундаментальный патологический процесс: лекция 2-я (клеточные реакции). *Байкальский медицинский журнал*. 2023; 2(2): 65–76. <https://doi.org/10.57256/2949-0715-2023-2-65-76>

14. Акиншина С.В., Бицадзе В.О., Андреева М.Д., Макасария А.Д. Тромботическая микроангиопатия. *Практическая медицина*. 2013; (7): 7–19. <https://elibrary.ru/sallfj>

15. Боровская М.К., Бузнецов Э.Э., Горохова В.Г., Корякина Л.Б., Курильская Т.Е., Пивоваров Ю.И. Структурно-функциональная характеристика мембраны эритроцита и ее изменения при патологиях разного генеза. *Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра Сибирского отделения Российской академии медицинских наук*. 2010; (3): 334–354. <https://elibrary.ru/ooppid>

16. Peña-Méndez E.M., Havel J., Patočka J. Humic substance — compounds of still unknown structure: Applications in agriculture, industry, environment, and biomedicine. *Journal of Applied Biomedicine*. 2005; 3(1): 13–24.

6. Calvo P., Nelson L., Kloepper J.W. Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant and Soil*. 2014; 383(1–2): 3–41. <https://doi.org/10.1007/s11104-014-2131-8>

7. Vašková J., Veliká B., Pilátova M., Kron I., Vaško L. Effects of humic acids *in vitro*. *In vitro Cellular & Developmental Biology - Animal*. 2011; 47(5–6): 376–382. <https://doi.org/10.1007/s11626-011-9405-8>

8. Xu P. *et al.* Humic acids alleviate aflatoxin B1-induced hepatic injury by reprogramming gut microbiota and absorbing toxin. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 2023; 259: 115051. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2023.115051>

9. Davydov E.V., Usha B.V., Maryushina T.O., Kryukovskaya G.M., Nemtseva Yu.S. Changes in biochemical and hematological parameters of dogs' blood in oncological diseases after photodynamic therapy. *Agrarian journal of Upper Volga region*. 2021; (4): 38–41 (in Russian). <https://doi.org/10.35523/2307-5872-2021-37-4-38-41>

10. Saproнова R.G., Kryukovskaya G.M. Hematological parameters of service dogs when using feeding biologically active additives with humic acids. *Collection of scientific papers of the 13th International Interuniversity Conference on Clinical Veterinary Medicine in the Partners format. publication of scientific papers of the 13th International Interuniversity Conference on Clinical Veterinary Medicine in the Partners format*. Moscow: Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology — MVA named after K.I. Skryabin. 2024; 2: 167–171 (in Russian). <https://elibrary.ru/rweajp>

11. Vorobyeva N.V. Vorobyeva N.V. Neutrophil extracellular traps: new aspects. *Bulletin of the Moscow University. Episode 16: Biology*. 2020; 75(4): 173–188. <https://doi.org/10.3103/S0096392520040112>

12. Krylov A.A. Principles of clinical blood count interpretation. Part I. White blood cells. *Vestnik Sankt-Peterburgskoy meditsinskoy akademii posle diplomnogo obrazovaniya*. 2009; 1(2): 76–82 (in Russian). <https://elibrary.ru/nxryxt>

13. Serebrennikova S.N., Seminsky I.Zh., Guzovskaya E.V., Gutsol L.O. Inflammation as a fundamental pathological process: lecture 2 (cellular component). *Baikal Medical Journal*. 2023; 2(2): 65–76 (in Russian). <https://doi.org/10.57256/2949-0715-2023-2-65-76>

14. Akinshina S.V., Bitsadze V.O., Andreeva M.D., Makatsariya A.D. Thrombotic microangiopathy. *Practical medicine*. 2013; (7): 7–19 (in Russian). <https://elibrary.ru/sallfj>

15. Borovskaya M.K., Kuznetsov E.E., Gorokhova V.G., Koryakina L.B., Kuril'skaya T.E., Pivovarov Yu.I. Structural and functional characteristics of membrane's erythrocyte and its change at pathologies of various genesis. *Bulletin of Eastern-Siberian scientific center*. 2010; (3): 334–354 (in Russian). <https://elibrary.ru/ooppid>

16. Peña-Méndez E.M., Havel J., Patočka J. Humic substance — compounds of still unknown structure: Applications in agriculture, industry, environment, and biomedicine. *Journal of Applied Biomedicine*. 2005; 3(1): 13–24.

ОБ АВТОРАХ

Регина Геннадьевна Сапронова

аспирант
sapronovar@list.ru

Галина Михайловна Крюковская

кандидат ветеринарных наук, доцент
<https://orcid.org/0000-0002-7931-3979>

Маргарита Владимировна Матвеева

кандидат ветеринарных наук
margofree@yandex.ru

Татьяна Олеговна Марюшина

кандидат ветеринарных наук, доцент
<https://orcid.org/0000-0003-4990-1945>

Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ), Волоколамское шоссе, 11, Москва, 125080, Россия

ABOUT THE AUTHORS

Regina Gennadievna Saproнова

Postgraduate Student
sapronovar@list.ru

Galina Mikhailovna Kryukovskaya

Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor
<https://orcid.org/0000-0002-7931-3979>

Margarita Vladimirovna Matveeva

Candidate of Veterinary Sciences
margofree@yandex.ru

Tatyana Olegovna Maryushina

Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor
<https://orcid.org/0000-0003-4990-1945>

Russian University of Biotechnology (ROSBIOTECH), 11 Volokolamsk Highway, Moscow, 125080, Russia