



Научная статья

УДК [591.111:636.5:636.082.474.5](045)

DOI: 10.37482/2687-1491-Z283

Гематологические и биохимические показатели крови цыплят яичного кросса под влиянием пробиотика *Bacillus subtilis* и энрофлоксацина

Ульяна Александровна Круть* ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-6341-9750>

Андрей Андреевич Присный** ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5229-8337>

Галина Михайловна Шайдорова* ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9467-027X>

Софья Михайловна Иванова* ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-6755-6686>

Марина Сергеевна Потапова* ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-4642-0412>

*Белгородский государственный национальный исследовательский университет
(Белгород, Россия)

**Белгородский филиал федерального государственного бюджетного научного учреждения
«Федеральный научный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт
экспериментальной ветеринарии имени К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко
Российской академии наук»
(Белгород, Россия)

Аннотация. Широкое применение антимикробных препаратов в птицеводстве, таких как энрофлоксацин, сопряжено с рисками накопления их остатков в продукции и развития антимикробной резистентности, что представляет серьезную угрозу для здоровья потребителя. Пробиотики, в частности на основе *Bacillus subtilis*, рассматриваются в качестве безопасной альтернативы, способной не только поддерживать здоровье птицы, но и улучшать нутритивные характеристики продукции. **Цель** исследования – провести сравнительную оценку влияния энрофлоксацина, пробиотика *B. subtilis* и их комбинации на гематологические и биохимические показатели крови цыплят яичного кросса как ключевые индикаторы метаболического и иммунного статуса. **Материалы и методы.** Проведено исследование 100 цыплят-петушков яичного кросса Хайсекс Браун с суточного до трехнедельного возраста. Сформированы 4 равные группы цыплят: контрольная; получавшая пробиотик *B. subtilis*; получавшая энрофлоксацин; получавшая комбинацию двух указанных препаратов. Забор крови для биохимического и гематологического анализа осуществлялся на 1, 5, 10 и 20-е сутки эксперимента. **Результаты.** Группа, получавшая энрофлоксацин, характеризовалась достоверным снижением уровней общего белка и билирубина на 5-е сутки, что свидетельствует о дисфунк-

© Круть У.А., Присный А.А., Шайдорова Г.М., Иванова С.М., Потапова М.С., 2026

Ответственный за переписку: Ульяна Александровна Круть, *адрес:* 308015, г. Белгород, ул. Победы, д. 85;
e-mail: krut@bsuedu.ru

ции печени. В группах, получавших пробиотик, отмечены увеличение уровня общего белка к 20-м суткам и положительная динамика липидного обмена. На 10-е сутки у этих групп зафиксировано значительное снижение концентрации псевдоэозинофилов и повышение уровня лимфоцитов, что указывает на стимуляцию специфического иммунитета. Комбинирование пробиотика с антибиотиком позволило нивелировать часть негативных эффектов последнего. Пробиотик *B. subtilis* способствовал стабилизации биохимического статуса, оптимизации липидного обмена и активации специфического иммунного ответа у цыплят, в отличие от негативного воздействия энрофлоксацина. Полученные данные подтверждают перспективность использования пробиотиков для оптимизации птицеводства с целью повышения безопасности и качества продукции.

Ключевые слова: антимикробные препараты, энрофлоксацин, пробиотик *Bacillus subtilis*, цыплята яичного кросса, биохимические показатели крови, гематологические показатели, липидный обмен, иммунный статус

Для цитирования: Гематологические и биохимические показатели крови цыплят яичного кросса под влиянием пробиотика *Bacillus subtilis* и энрофлоксацина / У. А. Круть, А. А. Присный, Г. М. Шайдорова, С. М. Иванова, М. С. Потапова // Журнал медико-биологических исследований. – 2026. – Т. 14, № 2. – С. 36-46. – DOI 10.37482/2687-1491-Z283.

Original article

Haematological and Biochemical Blood Parameters in Egg-Laying Hybrid Chickens Under the Influence of a Probiotic *Bacillus subtilis* and Enrofloxacin

Ulyana A. Krut* ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-6341-9750>

Andrey A. Prisnyi** ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5229-8337>

Galina M. Shaidorova* ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9467-027X>

Sofya M. Ivanova* ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-6755-6686>

Marina S. Potapova* ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-4642-0412>

*Belgorod State National Research University (Belgorod, Russia)

**Belgorod Branch of the Federal State Budget Scientific Institution
“Federal Scientific Centre VIEV” (Belgorod, Russia)

Abstract. The widespread use of antimicrobial drugs, such as enrofloxacin, in poultry farming is associated with risks of residue accumulation in the products and the development of antimicrobial resistance, posing a serious threat to consumer health. Probiotics, particularly those based on *Bacillus subtilis*, are considered a safe alternative capable of not only maintaining bird health but also improving the nutritional characteristics of the products. The **purpose** of this article was to conduct a comparative assessment of the effects of enrofloxacin, probiotic *B. subtilis*, and their combination on the haematological and biochemical blood parameters in egg-laying hybrid chickens as key indicators of the metabolic and immune status. **Materials and methods.** The research was

Corresponding author: Ulyana Krut, address: ul. Pobedy 85, Belgorod, 308015, Russia; e-mail: krut@bsuedu.ru

conducted on Hisex Brown cockerels from one day to three weeks old ($n = 100$). Four groups of chickens were formed: a control group, a group that received the probiotic *B. subtilis*, a group that was given enrofloxacin, and a group that received a combination of the two. Blood sampling for biochemical and haematological analysis was performed on days 1, 5, 10 and 20 of the experiment. **Results.** The group that received enrofloxacin demonstrated a significant decrease in total protein and bilirubin levels on day 5, indicating liver dysfunction. In the groups that were given the probiotic, an increase in total protein by day 20 and a positive dynamic in lipid metabolism were observed. On day 10, these groups showed a significant decrease in pseudo-eosinophil concentration and an increase in lymphocyte levels, indicating stimulation of specific immunity. The combined use of the probiotic with the antibiotic mitigated some of the negative effects of the latter. The use of *B. subtilis* helped stabilize the biochemical status, optimize lipid metabolism and activate the specific immune response in chickens, in contrast to the negative impact of enrofloxacin. The obtained data confirm the potential for using probiotics to optimize poultry farming in order to enhance product safety and quality.

Keywords: antimicrobial drugs, enrofloxacin, *Bacillus subtilis*, egg-laying hybrid chickens, blood biochemical parameters, haematological parameters, lipid metabolism, immune status

For citation: Krut U.A., Prisnyi A.A., Shaidorova G.M., Ivanova S.M., Potapova M.S. Haematological and Biochemical Blood Parameters in Egg-Laying Hybrid Chickens Under the Influence of a Probiotic *Bacillus subtilis* and Enrofloxacin. *Journal of Medical and Biological Research*, 2026, vol. 14, no. 2, pp. 36–46. DOI: 10.37482/2687-1491-Z283

Проблема оптимизации рациона цыплят яичного кросса в современном птицеводстве выходит за рамки их физиологического здоровья, напрямую затрагивая качество и безопасность пищевой продукции для человека. Широкое применение антимикробных препаратов, таких как энрофлоксацин, хотя и снижает инфекционную заболеваемость птицы, но сопряжено с серьезными рисками. Накопление остаточных количеств антибиотиков в тканях птицы, а также в яйцах представляет угрозу для потребителя, т. к. их поступление с пищей может обладать кумулятивным эффектом в организме человека и способствовать формированию резистентности к антимикробным препаратам у патогенной и условно-патогенной микрофлоры [1].

Кроме того, длительное применение антибиотиков может угнетать метаболические процессы у птицы, что потенциально негативно сказывается на пищевой ценности яиц и мяса (содержание белка, липидный профиль). В то же время использование пробиотиков на основе *Bacillus subtilis* рассматривается как перспективная альтернатива, способная не только поддерживать здоровье птицы, но и улучшить нутритив-

ный статус продукции животноводства за счет оптимизации усвоения питательных веществ и отсутствия риска остаточных количеств химиотерапевтических антибактериальных средств [2]. Однако комплексное влияние комбинации антимикробных средств и пробиотиков на биохимические показатели крови: уровни белка, триглицеридов, активность печеночных ферментов, отражающие метаболическую основу качества будущего продукта и косвенно указывающие на его антимикробную безопасность, – изучено недостаточно.

Данное исследование направлено на восполнение этого пробела посредством анализа гематологического и биохимического статуса цыплят как индикатора потенциального воздействия применяемых схем на безопасность (включая риски антимикробной резистентности) и пищевую ценность продукции для потребителя. Целью работы явилась сравнительная оценка влияния энрофлоксацина, пробиотика *B. subtilis* и их комбинации на гематологические и биохимические показатели крови цыплят яичного кросса.

Материалы и методы. На базе вивария Белгородского филиала Федерального науч-

ного центра – Всероссийского научно-исследовательского института экспериментальной ветеринарии имени К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко Российской академии наук выполнено исследование развития 100 цыплят-петушков яичного кросса Хайсек Браун с суточного до трехнедельного возраста. Эксперимент проводился в соответствии с Директивой 2010/63/EU Европейского парламента и Совета Европейского союза от 22 сентября 2010 года по охране животных, используемых в научных целях.

Были сформированы несколько групп эксперимента по 25 особей, для каждой определена схема рациона питания:

1-я группа (контроль): стандартный рацион питания (зерно, комбикорм, вода);

2-я группа: стандартный рацион питания + выпаивание пробиотиком (штамм бактерии *B. subtilis* ВКМ В3701D в дозировке 0,05 мл суспензии на 1 кг массы тела животного (в 1 мл суспензии 10^9 КОЕ)) с 1-х по 20-е сутки;

3-я группа: стандартный рацион питания + выпаивание энрофлоксацином в дозе 200 мг/л с 1-х по 5-е сутки;

4-я группа: стандартный рацион питания + выпаивание с 1-х по 5-е сутки энрофлоксацином (200 мг/л) и с 6-х по 20-е сутки – пробиотиком (штамм бактерии *B. subtilis* ВКМ В3701D, 0,05 мл суспензии на 1 кг массы тела).

Забор крови для исследования биохимических и гематологических показателей осуществляли на 1, 5, 10 и 20-е сутки методом внутрисердечной пункции, в эти же дни измеряли массу тела животных.

Биохимические показатели: уровни общего белка (г/л), глюкозы (ммоль/л), триглицеридов (ммоль/л), билирубина (мкмоль/л), креатинина (мкмоль/л) – изучали с помощью наборов стандартных реагентов («Ольвекс Диагностикум», Россия) с использованием спектрофотометра для исследования нано- и микрообъемов жидкостей Nabi (MicroDigital, Южная Корея), а также вспомогательного лабораторного оборудования (твердотельный термостат MaXtable (Daihan Scientific Co., Южная Корея), центрифуга Neofuge 13 (Heal Force, Китай)). Гемато-

логические показатели оценивали следующим образом: число эритроцитов ($10^{12}/л$) и лейкоцитов ($10^9/л$) – в камере Горяева; количество (%) базофилов, эозинофилов, псевдоэозинофилов, лимфоцитов, моноцитов – в мазках крови, окрашенных по Романовскому–Гимзе; уровень гемоглобина (г/л) – гемиглобинцианидным методом. Гематокрит (%) выявляли расчетным методом по С.А. Акулову с соавт. [3]:

$$Ht = (0,0485 \cdot Hb + 0,0083) \cdot 100,$$

где Hb – уровень гемоглобина, ммоль/л.

Определение цветового показателя крови производили по формуле [1]:

$$ЦП = \frac{Hb \cdot 6}{RBC \cdot 0,00002},$$

где Hb – уровень гемоглобина, г/л; RBC – число эритроцитов, $10^{12}/л$.

Рассчитывали эритроцитарные индексы: средний объем эритроцита (MCV, мкм³), среднее содержание гемоглобина в эритроците (MCH, пг), среднюю концентрацию гемоглобина в эритроците (MCHC, г/л) – по формулам [4]:

$$MCV = \frac{Ht \cdot 10}{RBC};$$

$$MCH = \frac{Hb}{RBC};$$

$$MCHC = \frac{Hb}{Ht},$$

где Ht – гематокрит, %; Hb – уровень гемоглобина, г/л.

Из общего числа лейкоцитов по процентному содержанию отдельных форм клеток проводили расчет лейкограммы, после чего определяли лейкоцитарные индексы – индекс Кребса (ИК), индекс соотношения лимфоцитов и псевдоэозинофилов (ЛПИ), индекс иммунореактивности (ИИР), лейкоцитарный индекс интоксикации (ЛИИ), индекс сдвига лейкоцитов крови (ИСЛК), лимфоцитарно-гранулоцитарный индекс (ИЛГ) – с приме-

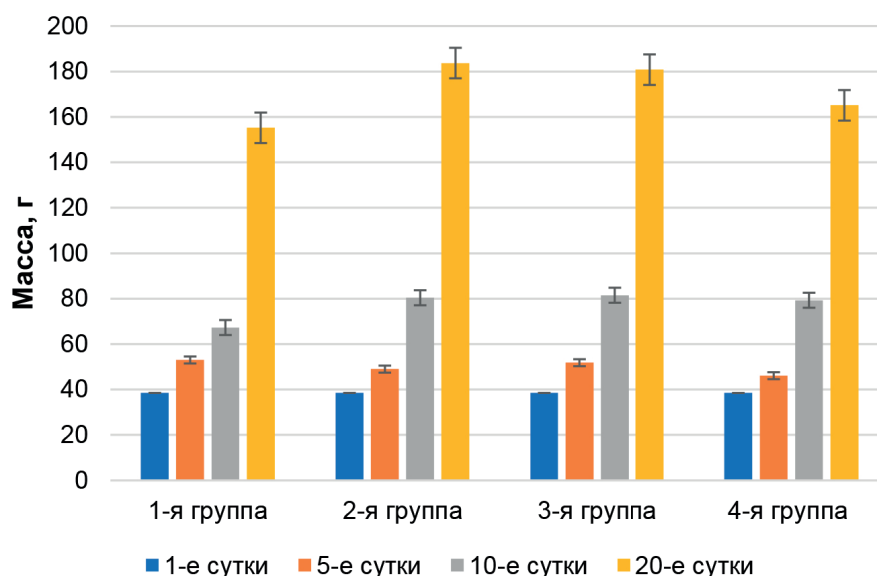
нением следующих формул: ИК = ПЭ/Л [5]; ЛПИ = Л/ПЭ [6]; ИИР = (Л + Э)/М [5]; ЛИИ = ПЭ/(Б + Э + Л + М) [7]; ИСКЛ = (Б + Э + ПЭ)/(Л + М) [8]; ИЛГ = Л/(Б + Э + ПЭ) [8], где ПЭ, Л, Э, М, Б – количество псевдоэозинофилов, лимфоцитов, эозинофилов, моноцитов и базофилов соответственно, %.

Статистический анализ выполняли с использованием программного обеспечения SPSS Statistics 17.0. Для всех количественных признаков была проведена оценка соответствия эмпирического распределения нормальному закону с помощью критерия Шапиро–Уилка (Shapiro–Wilk test). Различия

между группами считали статистически достоверными при уровне значимости $p < 0,05$. Результаты в тексте и таблицах представлены в формате $M \pm m$, где M – выборочное среднее; m – стандартная ошибка среднего.

Результаты. На протяжении всего исследования достоверных различий в наборе массы тела у цыплят выявлено не было, однако наблюдалась тенденция к увеличению данного показателя во 2-й группе, где в суточный рацион включили пробиотик (см. рисунок).

Анализ динамики биохимических показателей крови цыплят на протяжении всего



Динамика массы тела цыплят с 1-х по 20-е сутки жизни в зависимости от рациона питания ($M \pm m$)

Body weight dynamics in chickens from day 1 to day 20 of life depending on the diet ($M \pm m$)

эксперимента продемонстрировал (табл. 1), что на 5-е сутки выпаивания энрофлоксацином у цыплят 3-й группы наблюдались достоверно меньшие уровни общего белка и билирубина (на 25,0 и 44,3 % соответственно), чем в контрольной группе, что может указывать на дисфункцию печени. По мне-

нию В.К. Островского и соавт. [7], снижение уровня общего белка на фоне падения концентрации билирубина является признаком уменьшения онкотического давления и накопления жидкости в межклеточном пространстве, что непосредственно отражается на биохимических процессах в печени: ге-

Таблица 1

**Динамика биохимических показателей крови цыплят с 1-х по 20-е сутки жизни
в зависимости от рациона питания ($M \pm m$)**

**Dynamics of blood biochemical parameters in chickens from day 1 to day 20 of life
depending on the diet ($M \pm m$)**

Показатель	1-я группа	2-я группа	3-я группа	4-я группа
<i>1-е сутки</i>				
Общий белок, г/л	22,85±4,94	21,55±3,80	20,81±4,94	22,85±4,94
Глюкоза, ммоль/л	3,65±0,11	3,51±0,12	3,25±0,10	3,35±0,09
Триглицериды, ммоль/л	0,80±0,09	0,82±0,07	0,85±0,05	0,83±0,08
Билирубин, мкмоль/л	2,51±0,20	2,71±0,21	2,67±0,23	2,76±0,25
Креатинин, мкмоль/л	38,88±15,71	38,80±15,62	38,47±15,83	38,85±14,72
<i>5-е сутки</i>				
Общий белок, г/л	44,44±9,63	42,10±5,17	33,17±1,69*	40,47±7,13
Глюкоза, ммоль/л	10,81±0,44	13,13±1,83	14,46±1,55***	12,91±1,95
Триглицериды, ммоль/л	0,33±0,05	0,35±0,10	0,70±0,36	0,35±0,14
Билирубин, мкмоль/л	7,09±0,85	8,29±2,31	3,14±1,69**	3,71±0,23*
Креатинин, мкмоль/л	33,54±1,92	45,43±4,97***	38,50±6,19	45,20±3,20**
<i>10-е сутки</i>				
Общий белок, г/л	34,60±0,99	34,90±1,62	34,37±0,63	33,32±1,91
Глюкоза, ммоль/л	9,66±0,21	9,81±1,49	8,48±0,89	10,23±1,06
Триглицериды, ммоль/л	0,76±0,04	1,45±0,06***	1,14±0,10**	0,99±0,16
Билирубин, мкмоль/л	3,35±0,94	3,45±0,50	2,60±0,32	2,49±0,19*
Креатинин, мкмоль/л	30,19±0,91	30,53±1,55	31,95±2,85	33,09±3,69
<i>20-е сутки</i>				
Общий белок, г/л	28,31±1,43	31,08±1,51*	30,19±2,03	25,93±1,34
Глюкоза, ммоль/л	13,66±2,32	14,61±2,00	13,99±1,32	13,66±1,45
Триглицериды, ммоль/л	1,42±0,11	1,04±0,04	0,91±0,02**	0,85±0,03***
Билирубин, мкмоль/л	4,42±0,98	2,87±0,39**	2,75±0,54***	2,80±0,55**
Креатинин, мкмоль/л	46,31±1,69	50,29±6,08	56,89±4,98**	56,40±2,82**

Примечание: *, **, *** – здесь и далее установлены статистически достоверные отличия от данных контрольной группы по *U*-критерию Манна–Уитни при $p < 0,05$; $p < 0,01$ и $p < 0,001$ соответственно.

патоциты не способны синтезировать достаточное количество белков для кровяного русла [8]. Бóльший уровень креатинина во 2-й и 4-й группах по сравнению с контрольной на 5-е сутки эксперимента может указывать на дефицит энергии, связанный с усиленным ростом [9].

На 10-е сутки исследования в опытных группах наблюдалось повышение уровня триглицеридов по сравнению с контролем: во 2-й и 3-й группах – в 1,9 и 1,5 раза соответственно, в 4-й группе – в 1,3 раза, что свидетельствует об изменениях в липидном обмене. К 20-м суткам уровень триглицери-

дов в этих группах снизился, что может говорить о процессах ассимиляции липидов в ткани организма.

Анализ динамики уровня глюкозы выявил достоверное изменение только в 3-й группе на 5-е сутки, что является типичной картиной после выпаивания антибиотиком.

При изучении гематологических показателей (табл. 2) у цыплят 2-й и 4-й групп, в рационе питания которых присутствовал пробиотик, на 10-е и 20-е сутки установлено снижение концентрации псевдоэозинофилов и повышение уровня лимфоцитов по сравнению с контрольной группой. Данное явление

может наблюдаться, например, при развитии защитно-приспособительной реакции у кур-несушек [10, 11].

Стоит отметить 4-ю группу, где на 10-е сутки заметно снизился уровень псевдоэозинофилов и возросло содержание лимфоцитов. Это может указывать на некоторое угнетение неспецифического иммунитета и активацию специфического компонента иммунной защиты [4]. Таким образом, к 10-м суткам у цыплят этой группы наблюдалось напряжение защитных механизмов, но к 20-м суткам показатели пришли в норму, что можно рассматривать как признак восстановления физиологических функций.

Таблица 2

Динамика гематологических показателей цыплят с 1-х по 20-е сутки жизни в зависимости от рациона питания ($M \pm m$)
Dynamics of blood haematological parameters in chickens from day 1 to day 20 of life depending on the diet ($M \pm m$)

Показатель	1-я группа	2-я группа	3-я группа	4-я группа
<i>1-е сутки</i>				
Гемоглобин, г/л	71,3±1,33	71,0±1,15	72,0±1,53	73,0±1,53
Эритроциты, 10 ¹² /л	1,30±0,04	1,32±0,04	1,28±0,04	1,35±0,04
ЦП, у. е.	1,65±0,04	1,62±0,03	1,69±0,04	1,63±0,05
Гематокрит, %	21,5±0,41	21,4±0,35	21,7±0,46	21,9±0,46
МСН, пг	54,9±1,34	53,9±1,11	56,5±1,39	54,4±1,59
МСV, мкм ³	165,3±4,02	162,2±3,33	170,0±4,18	163,8±4,81
Лейкоциты, 10 ⁹ /л	16,3±0,61	17,3±0,42	16,7±0,67	16,7±0,67
Базофилы, %	1,5±0,22	2,5±0,22	1,5±0,22	3,5±0,22
Эозинофилы, %	4,8±0,48	5,8±0,48	3,8±0,48	6,8±0,48
Псевдоэозинофилы, %	56,2±0,61	55,2±0,61	57,2±0,61	53,3±0,49
Лимфоциты, %	34,7±0,71	33,7±0,71	35,5±0,76	32,7±0,71
Моноциты, %	2,8±0,61	2,8±0,61	2,0±0,77	3,7±0,56
ЛИИ, у. е.	1,28±0,03	1,23±0,03	1,34±0,03	1,14±0,02
ИСЛК, у. е.	1,67±0,05	1,74±0,05	1,67±0,06	1,76±0,05
ИЛГ, у. е.	0,55±0,02	0,53±0,02	0,57±0,02	0,51±0,01
ИК, у. е.	1,62±0,04	1,64±0,04	1,61±0,04	1,64±0,04
ЛПИ, у. е.	0,62±0,01	0,61±0,01	0,62±0,02	0,61±0,01
ИИР, у. е.	18,4±4,79	18,4±4,79	23,3±5,49	12,1±1,91

Продолжение табл. 2

Показатель	1-я группа	2-я группа	3-я группа	4-я группа
<i>5-е сутки</i>				
Гемоглобин, г/л	80,0±1,93	81,3±1,76	77,3±2,29	83,2±1,64
Эритроциты, 10 ¹² /л	1,71±0,02	1,74±0,03	1,67±0,02	1,78±0,03
ЦП, у. е.	1,40±0,04	1,40±0,04	1,39±0,05	1,40±0,03
Гематокрит, %	24,1±0,58	24,5±0,53	23,3±0,69	25,1±0,49
МСН, пг	46,7±1,49	46,8±1,48	46,2±1,75	46,7±1,29
МСV, мкм ³	140,7±4,51	140,9±4,46	139,3±5,28	140,7±3,91
Лейкоциты, 10 ⁹ /л	16,2±0,31	17,1±0,31	15,5±0,34	17,7±0,21
Базофилы, %	2,00±0,00	2,00±0,00	2,17±0,17	2,33±0,21
Эозинофилы, %	3,50±0,22	3,33±0,21	3,50±0,22	4,00±0,00
Псевдоэозинофилы, %	47,00±1,37	42,50±3,90	42,67±3,02	48,17±2,57
Лимфоциты, %	48,00±1,62	49,83±3,67	49,50±3,24	43,50±2,47
Моноциты, %	2,33±0,21	2,33±0,21	2,17±0,17	2,00±0,00
ЛИИ, у. е.	0,89±0,05	0,77±0,11	0,77±0,09	0,95±0,10
ИСЛК, у. е.	1,11±0,06	0,97±0,14	0,97±0,12	1,23±0,12
ИЛГ, у. е.	0,87±0,05	1,12±0,18	1,07±0,14	0,81±0,08
ИК, у. е.	1,05±0,07	0,90±0,13	0,90±0,12	1,14±0,13
ЛПИ, у. е.	0,97±0,06	1,28±0,23	1,22±0,17	0,93±0,10
ИИР, у. е.	21,89±2,30	23,00±0,66	25,22±2,44	23,75±1,24
<i>10-е сутки</i>				
Гемоглобин, г/л	90,7±1,33	91,0±1,15	89,2±1,17	91,3±1,33
Эритроциты, 10 ¹² /л	2,16±0,02	2,16±0,03	2,16±0,02	2,15±0,01
ЦП, у. е.	1,26±0,03	1,26±0,03	1,24±0,02	1,27±0,02
Гематокрит, %	27,3±0,41	27,4±0,35	26,9±0,35	27,5±0,41
МСН, пг	42,0±0,94	42,2±0,91	41,2±0,73	42,4±0,82
МСV, мкм ³	126,6±2,82	127,0±2,76	124,2±2,19	127,7±2,48
Лейкоциты, 10 ⁹ /л	17,2±1,08	17,8±1,01	16,7±0,67	18,5±0,76
Базофилы, %	2,00±0,00	2,00±0,00	1,83±0,17	1,83±0,17
Эозинофилы, %	3,83±0,17	4,00±0,00	2,00±0,00	3,83±0,17
Псевдоэозинофилы, %	59,17±2,02	50,83±1,17*	55,83±3,05	35,00±2,49***
Лимфоциты, %	33,00±1,97	41,17±1,17*	36,33±3,03	57,33±2,43***
Моноциты, %	2,00±0,00	2,00±0,00	2,00±0,00	2,00±0,00
ЛИИ, у. е.	1,48±0,13	1,04±0,05	1,32±0,16	0,55±0,06
ИСЛК, у. е.	1,90±0,16	1,32±0,06	1,69±0,21	0,70±0,07
ИЛГ, у. е.	0,50±0,05	0,73±0,03	0,61±0,09	1,45±0,14
ИК, у. е.	1,84±0,17	1,24±0,06	1,62±0,22	0,62±0,07
ЛПИ, у. е.	0,57±0,05	0,81±0,04	0,68±0,10	1,70±0,18
ИИР, у. е.	18,47±1,01	22,58±0,58	20,17±1,51	30,59±1,26

Окончание табл. 2

Показатель	1-я группа	2-я группа	3-я группа	4-я группа
<i>20-е сутки</i>				
Гемоглобин, г/л	94,0±4,71	105,7±4,27	95,3±4,09	107,7±7,29
Эритроциты, 10 ¹² /л	1,92±0,22	1,88±0,13	1,77±0,14	1,84±0,12
ЦП, у. е.	1,61±0,26	1,74±0,14	1,67±0,15	1,79±0,13
Гематокрит, %	28,3±1,42	31,8±1,52	28,7±1,23	32,4±1,52
МСН, пг	53,7±8,53	57,9±4,66	55,7±4,91	59,9±4,33
МСV, мкм ³	161,7±25,7	174,3±14,1	167,9±14,8	180,5±13,1
Лейкоциты, 10 ⁹ /л	15,3±1,23	18,0±2,37	16,0±1,46	15,0±1,24
Базофилы, %	2,00±0,00	2,00±0,00	2,00±0,00	2,00±0,00
Эозинофилы, %	4,00±0,00	4,00±0,00	4,00±0,00	4,00±0,00
Псевдоэозинофилы, %	53,33±1,36	50,33±1,29*	51,50±1,38	50,33±1,11
Лимфоциты, %	38,67±1,36	41,67±1,28	40,50±1,38	41,67±1,11
Моноциты, %	2,00±0,00	2,00±0,00	2,00±0,00	2,00±0,00
ЛИИ, у. е.	1,15±0,06	1,02±0,05	1,07±0,06	1,01±0,04
ИСЛК, у. е.	1,47±0,08	1,30±0,07	1,36±0,08	1,23±0,06
ИЛГ, у. е.	0,66±0,04	0,74±0,04	0,71±0,04	0,74±0,03
ИК, у. е.	1,40±0,08	1,22±0,07	1,28±0,08	1,21±0,06
ЛПИ, у. е.	0,73±0,04	0,83±0,04	0,73±0,05	0,83±0,04
ИИР, у. е.	21,33±0,68	22,83±0,64	22,25±0,69	22,83±0,56

Обсуждение. Полученные данные согласуются с результатами других исследований и свидетельствуют о том, что частичная или полная замена антимикробных препаратов пробиотическими добавками на основе *B. subtilis* в критические периоды выращивания цыплят (первые 20 сут) является перспективным решением проблем, связанных с риском антимикробной резистентности и остаточных количеств антибиотиков [10, 12].

Применение указанного пробиотика, как отдельно (2-я группа), так и в комбинации с сокращенным курсом приема энрофлоксацина (4-я группа), способствовало стабилизации биохимических показателей крови (уровней общего белка, билирубина), что коррелирует с данными подобных исследований [12–14], а также положительной динамике липидного обмена и активации специфического иммунного ответа (рост количества лимфоцитов) у птицы. В то же время использование только энрофлоксацина (3-я груп-

па) сопровождалось признаками дисфункции печени и угнетения неспецифического иммунного ответа. Можно сделать вывод, что комбинация пробиотика с сокращенным курсом антибиотика нивелирует часть негативных эффектов последнего.

Таким образом, применение пробиотика *B. subtilis* позволяет минимизировать риски для конечного потребителя, связанные с возможным наличием остаточных количеств антибиотиков в яйцах и мясе и развитием антимикробной резистентности у патогенной микрофлоры человека [15], и способствует получению продукции с улучшенными нутритивными характеристиками за счет оптимизации метаболических процессов у птицы. Внедрение пробиотических схем в практику птицеводства представляется ключевым шагом для обеспечения здоровья поголовья, а также высокого ветеринарно-санитарного статуса и качества пищевого продукта.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Список литературы

1. Болотников И.А., Соловьев Ю.В. Гематология птиц. Л.: Наука, 1980. 116 с.
2. Ильина Г.В., Ильин Д.Ю., Гришина А.А., Дашкина А.Р. Функциональный комплекс микроорганизмов на минеральном носителе для каскадной ферментативной деструкции отходов птицеводства // Аграр. вестн. Урала. 2024. Т. 24, № 5. С. 670–681. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2024-24-05-670-681>
3. Акулов С.А., Чистякова И.Б., Федотов А.А. Методы измерения уровня гематокрита крови // Приволж. науч. вестн. 2014. № 11-1(39). С. 29–32.
4. Лебедев С.В., Казакова Т.В., Маршинская О.В. Иммунный статус цыплят-бройлеров в различные физиологические периоды развития // Вестн. рос. с.-х. науки. 2024. № 3. С. 92–96. <https://doi.org/10.31857/S2500208224030205>
5. Моисеева А.А., Присный А.А. Динамика индекса соотношения псевдоэозинофилов и лимфоцитов в крови цыплят // Тр. Всерос. НИИ эксперим. ветеринарии им. Я.Р. Коваленко. 2018. Т. 80, № 1. С. 317–323.
6. Леткин А.И. Лейкоцитарные индексы крови кур-несушек при неспецифическом стрессорном синдроме // Вестн. Алтайск. гос. аграр. ун-та. 2020. № 2(184). С. 102–108.
7. Островский В.К., Свитич Ю.М., Вебер В.Р. Лейкоцитарный индекс интоксикации при острых гнойных и воспалительных заболеваниях легких // Вестн. хирургии им. И.И. Грекова. 1983. Т. 131, № 11. С. 21–24.
8. Щербинина М.А., Клетикова Л.В., Якименко Н.Н., Кокурина Н.В. Диагностическое значение лейкоцитарных индексов в оценке гомеостаза у цыплят после вывода // Современные задачи и перспективные направления инновационного развития аграрной науки: сб. ст. по материалам Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 300-летию Рос. акад. наук. Курган: Изд-во Курган. гос. ун-та, 2024. С. 106–110.
9. Моисеева А.А., Скворцов В.Н., Присный А.А. Показатели красной крови цыплят при применении ципрофлоксацина // Уч. зап. Казан. гос. акад. ветеринар. медицины им. Н.Э. Баумана. 2019. Т. 238, № 2. С. 124–128. <https://doi.org/10.31588/2413-4201-1883-238-2-124-128>
10. Дмитриева О.С., Челноков А.А. Асцит у бройлеров: лечебно-профилактические мероприятия // Изв. Великолук. гос. с.-х. акад. 2023. № 3(44). С. 26–35.
11. Околелова Т.М., Енгашев С.В., Егоров И.А., Егорова Т.А. Роль биохимических показателей крови в оценке физиологического состояния птицы // Птицеводство. 2023. № 2. С. 44–51. <https://doi.org/10.33845/0033-3239-2023-72-2-44-51>
12. Śliżewska K., Markowiak P., Żbikowski A., Szeleszczuk P. Effects of Synbiotics on the Gut Microbiota, Blood and Rearing Parameters of Chickens // FEMS Microbiol. Lett. 2019. Vol. 366, № 11. Art. № fnz116. <https://doi.org/10.1093/femsle/fnz116>
13. Reuben R.C., Sarkar S.L., Ibnat H., Roy P.C., Jahid I.K. Novel Mono- and Multi-Strain Probiotics Supplementation Modulates Growth, Intestinal Microflora Composition, and Haemato-Biochemical Parameters in Broiler Chickens // Vet. Med. Sci. 2022. Vol. 8, № 2. P. 668–680. <https://doi.org/10.1002/vms3.709>
14. Ан К.В., Кильн А.С., Миронова Т.Е., Афонюшкин В.Н. Изучение иммунологических реакций у *Mus musculus* при пероральном введении *Bacillus halotolerans* и *Bacillus subtilis* // Вестн. Алтайск. гос. аграр. ун-та. 2025. № 2(244). С. 56–62. <https://doi.org/10.53083/1996-4277-2025-244-2-56-62>
15. Duskaev G., Rakhmatullin S., Kvan O. Effects of *Bacillus cereus* and Coumarin on Growth Performance, Blood Biochemical Parameters, and Meat Quality in Broilers // Vet. World. 2020. Vol. 13, № 11. P. 2484–2492. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2020.2484-2492>

References

1. Bolotnikov I.A., Solov'ev Yu.V. *Gematologiya ptits* [Avian Haematology]. Leningrad, 1980. 116 p.

2. Ilyina G.V., Ilyin D.Yu., Grishina A.A., Dashkina A.R. Functional Complex of Microorganisms on a Mineral Carrier for Cascade Enzymatic Destruction of Poultry Waste. *Agrar. Bull. Urals*, 2024, vol. 24, no. 5, pp. 670–681 (in Russ.). <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2024-24-05-670-681>

3. Akulov S.A., Chistyakova I.B., Fedotov A.A. Metody izmereniya urovnya gematokrita krovi [Methods for Measuring Blood Hematocrit]. *Privolzhskiy nauchnyy vestnik*, 2014, no. 11-1, pp. 29–32.

4. Lebedev S.V., Kazakova T.V., Marshinskaya O.V. Immunnyy status tsyplyat-broylerov v razlichnye fiziologicheskie periody razvitiya [Immune Status of Broiler Chickens at Different Stages of Physiological Development]. *Vestnik rossiskoy sel'skokhozyaystvennoy nauki*, 2024, no. 3, pp. 92–96. <https://doi.org/10.31857/S2500208224030205>

5. Moiseeva A.A., Prisnyy A.A. Dinamika indeksa sootnosheniya psevdoeozinofilov i limfotsitov v krovi tsyplyat [Dynamics of the Pseudo-Eosinophil/Lymphocyte Ratio in the Blood of Chickens]. *Trudy Vserossiyskogo NII eksperimental'noy veterinarii im. Ya.R. Kovalenko*, 2018, vol. 80, no. 1, pp. 317–323.

6. Letkin A.I. Leykotsitarnyye indeksy krovi kur-nesushek pri nespetsificheskom stressornom sindrome [Leukocytal Indices of Laying Hen Blood in Nonspecific Stress Syndrome]. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2020, no. 2, pp. 102–108.

7. Ostrovskiy V.K., Svitich Yu.M., Veber V.R. Leykotsitarnyy indeks intoksikatsii pri ostrykh gnoynykh i vospalitel'nykh zabolevaniyakh legkikh [Leukocyte Intoxication Index in Acute Purulent and Inflammatory Lung Diseases]. *Vestnik khirurgii im. I.I. Grekova*, 1983, vol. 131, no. 11, pp. 21–24.

8. Shcherbinina M.A., Kletikova L.V., Yakimenko N.N., Kokurina N.V. Diagnosticheskoe znachenie leykotsitarnykh indeksov v otsenke gomeostaza u tsyplyat posle vyvoda [Diagnostic Value of Leukocytal Indices in Assessing Homeostasis in Chickens After Hatching]. *Sovremennyye zadachi i perspektivnyye napravleniya innovatsionnogo razvitiya agrarnoy nauki* [Current Tasks and Promising Areas of Innovative Development of Agricultural Science]. Kurgan, 2024, pp. 106–110.

9. Moiseeva A.A., Skvortsov V.N., Prisnyy A.A. Pokazateli krasnoy krovi tsyplyat pri primeneniі tsiprofloksatsina [Indicators of Chickens Red Blood Under the Effect of Ciprofloxacin]. *Uchenyye zapiski Kazanskoy gosudarstvennoy akademii veterinarnoy meditsiny im. N.E. Baumana*, 2019, vol. 238, no. 2, pp. 124–128. <https://doi.org/10.31588/2413-4201-1883-238-2-124-128>

10. Dmitrieva O.S., Chelnokov A.A. Astsit u broylerov: lechebno-profilakticheskie meropriyatiya [Broiler Ascites: Therapeutics and Preventive Measures]. *Izvestiya Velikolukskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii*, 2023, no. 3, pp. 26–35.

11. Okolelova T.M., Engashev S.V., Egorov I.A., Egorova T.A. Role of Biochemical Blood Parameters in the Assessment of Physiological Status in Poultry. *Ptitsevodstvo*, 2023, no. 2, pp. 44–51 (in Russ.). <https://doi.org/10.33845/0033-3239-2023-72-2-44-51>

12. Śliżewska K., Markowiak P., Żbikowski A., Szeleszczuk P. Effects of Synbiotics on the Gut Microbiota, Blood and Rearing Parameters of Chickens. *FEMS Microbiol. Lett.*, 2019, vol. 366, no. 11. Art. no. fnz116. <https://doi.org/10.1093/femsle/fnz116>

13. Reuben R.C., Sarkar S.L., Ibnat H., Roy P.C., Jahid I.K. Novel Mono- and Multi-Strain Probiotics Supplementation Modulates Growth, Intestinal Microflora Composition, and Haemato-Biochemical Parameters in Broiler Chickens. *Vet. Med. Sci.*, 2022, vol. 8, no. 2, pp. 668–680. <https://doi.org/10.1002/vms3.709>

14. An K.V., Kil'p A.S., Mironova T.E., Afonyushkin V.N. Izuchenie immunologicheskikh reaktsiy u *Mus musculus* pri peroral'nom vvedeniі *Bacillus halotolerans* i *Bacillus subtilis* [Study of Immune Responses in *Mus musculus* After Oral Administration of *Bacillus halotolerans* and *Bacillus subtilis*]. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2025, no. 2, pp. 56–62. <https://doi.org/10.53083/1996-4277-2025-244-2-56-62>

15. Duskaev G., Rakhmatullin S., Kvan O. Effects of *Bacillus cereus* and Coumarin on Growth Performance, Blood Biochemical Parameters, and Meat Quality in Broilers. *Vet. World*, 2020, vol. 13, no. 11, pp. 2484–2492. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2020.2484-2492>

Поступила в редакцию 26.05.2025 / Одобрена после рецензирования 03.02.2026 / Принята к публикации 10.02.2026
Submitted 26 May 2025 / Approved after reviewing 3 February 2026 / Accepted for publication 10 February 2026