ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ КОМБИНАЦИИ БИОКООРДИНАЦИОННЫХ СОЕДИНЕНИЙ И ПРОБИОТИКА НА ВОДНОЙ ОСНОВЕ НА ПОКАЗАТЕЛИ ПРОДУКТИВНОСТИ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ

С. В. Лебедев, доктор биологических наук,
Т. В. Казакова, О. В. Маршинская, Е. В. Кияева, кандидат медицинских наук

Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий РАН,
460000, Оренбург, ул. 9 Января, 29
E-mail: vaisvais13@mail.ru

*Исследования проводили с целью изучения влияния комбинированного пробиотика, в состав которого входила микробная масса смеси живых бактерий *L. acidophilum*, *B. adolescentis* и хелатного комплекса аминокислот с хромом, на динамику ростовых показателей, потребление и переваримость корма, убойные качества, морфологические и биохимические показатели крови в организме цыплят-бройлеров кросса Арбор Айкросс. До двухнедельного возраста птица (n=60) находилась в режиме подготовительного периода и получала основной рацион. Начиная с возраста 15 дней, бройлерам опытной группы дополнительно вместе с водой давали комбинированный пробиотик в дозе 0,2 г/кг, а с кормом хелатный комплекс аминокислот с хромом в дозе 200 мг/кг. Продолжительность учетного периода составляла 28 дней. У цыплят-бройлеров опытной группы в возрасте 28 и 42 суток масса тела была статистически значимо выше, чем в контроле, соответственно на 18 % (p=0,03) и 14 % (p=0,01). Масса потрошенной тушки в опытной группе была больше, чем в контрольной, на 24 % (p=0,05). Добавление в рацион птиц изучаемой добавки способствовало снижению затрат корма на 1 кг прироста на 0,3 кг (14 %), при этом переваримость сырого протеина достоверно возросла на 2,7 % (p=0,03). Уровень белка в мясе птиц опытной группы был выше, чем в контроле, на 2,76 % (p=0,03). Введение пробиотика в рацион достоверно повышало активность супероксиддисмутазы и глутатиопероксидазы в сыворотке крови на 13 % (p=0,02) и 7,5 % (p=0,03) соответственно. Совместное многоцелевое действие пробиотиков и комплекса аминокислот с хромом оказывает положительное влияние на организм сельскохозяйственной птицы и повышает эффективность птицеводства.*

STUDY OF THE EFFECT OF A COMBINATION OF BIOCOORDINATION COMPOUNDS AND A WATER-BASED PROBIOTIC ON THE PERFORMANCE OF BROILER CHICKENS

S. V. Lebedev, T. V. Kazakova, O. V. Marshinskaia, E. V. Kiyayeva

Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the RAS,
460000, Orenburg, ul. 9 Yanvarya, 29
E-mail: vaisvais13@mail.ru

*The aim of the study was to investigate the effect of a combined probiotic, which included microbial mass of a mixture of live bacteria *L. acidophilum*, *B. adolescentis* and chelate complex of amino acids with chromium on the dynamics of growth performance, feed intake and digestibility, slaughter quality, morphological and biochemical blood parameters in the organism of broiler chickens of Arbor Aikress cross (CJSC «Poultry Farm Orenburgskaya»). Up to two weeks of age, the birds were in the preparatory period and received the basic diet (n=60). Starting from the age of 15 days, broilers of the experimental group additionally received with water a combined probiotic at a dose of 0,2 g/kg, and with feed a chelate complex of amino acids with chromium at a dose of 200 mg/kg. The duration of the study period was 28 days. The body weight of broiler chickens of the experimental group was statistically significantly higher by 28 and 42 days of age than in the control by 18 % (p=0,03) and 14 % (p=0,01), respectively. The weight of gutted carcass in the experimental group was higher than in the control group by 24 % (p=0,05). Addition of the studied additive to the diet of birds contributed to the reduction of feed costs per 1 kg of gain by 0,3 kg (14 %). Digestibility of crude protein in the experimental group was significantly higher by 2,7 % (p=0,03). The level of protein in meat of the experimental group was higher than in the control by 2,76 % (p=0,03). The introduction of probiotic in the diet had a stimulating effect on antioxidant enzymes. In broiler chickens of the experimental group the activity of superoxide dismutase and glutathioneperoxidase in blood serum was significantly higher than in the control by 13 % (p=0,02) and 7,5 % (p=0,03), respectively. Thus, probiotics, together with the complex of amino acids with chrome, due to its multipurpose action can have a positive effect on the organism of farm poultry and increase the efficiency of poultry farming.*

Ключевые слова: цыплята-бройлеры, кормление, пробиотики, хелатный комплекс аминокислот, продуктивность цыплят.

Key words: broiler chickens, feeding, probiotics, amino acid chelate complex, performance of chickens

Продуктивность цыплят-бройлеров напрямую связана с такими факторами, как питательность комбикормов [1], норма посадки, способ содержания [2], световой [3], температурный [4] и влажностный режимы, функциональное состояние желудочно-кишечного тракта [5], использование различных кормовых добавок [6] и др.

Одна из наиболее частых причин снижения продуктивности и падежа цыплят-бройлеров – заболе-

вания желудочно-кишечного тракта, в результате которых происходит нарушение баланса микрофлоры в сторону преобладания условно-патогенных и патогенных микроорганизмов [7]. При нарушении здоровья кишечника цыплята-бройлеры не могут полноценно использовать питательные вещества сбалансированного рациона [8]. Следовательно, применение кормовых добавок, направленных на под-

держание нормального состояния кишечного микробиома, представляется достаточно перспективным.

В современных условиях отечественные и зарубежные ученые активно изучают влияние пробиотиков на кишечный иммунитет и показатели продуктивности сельскохозяйственной птицы [9, 10, 11]. Пробиотики способствуют нормализации баланса бактерий в желудочно-кишечном тракте, усиливают иммунный ответ и предотвращают воспалительные процессы в кишечнике, улучшают потребление корма и пищеварение благодаря повышению активности пищеварительных ферментов и снижению активности бактериальных ферментов, уменьшают выработку аммиака, нейтрализуют энтеротоксины и стимулируют иммунную функцию организма сельскохозяйственной птицы [12, 13]. Пробиотики в кормах используют изолированно либо в сочетании с другими компонентами (микроэлементами, аминокислотами, витаминами, флавоноидами и др.). Немаловажно и то, что пробиотические препараты, в отличие от антибиотиков, не оставляют следов в продуктах животного происхождения (мясе и яйцах), что улучшает потребительские характеристики бройлеров.

Цель исследования – оценить эффективность использования добавки, содержащей комбинированный пробиотик и хелатный комплекс аминокислот с хромом в кормлении цыплят-бройлеров.

Методика. Объект исследования – цыплята-бройлеры кросса Арбор Айкросс (ЗАО «Птицефабрика Оренбургская»).

Для проведения эксперимента было отобрано 60 двухнедельных цыплят, которых по принципу пар-аналогов разделили на две группы – контрольную и опытную. До двухнедельного возраста птица находилась в режиме подготовительного периода и получала основной рацион (ОР) по рекомендациям ВНИТИП (2014). Начиная с пятнадцатидневного возраста, бройлеры опытной группы дополнительно получали вместе с водой комбинированный пробиотик, в состав которого входила микробная масса смеси живых бактерий *L. acidophilum* и *B. adolescentis*, высушенных лиофильным способом на мальтодекстрине (водорастворимая форма), в дозе 0,2 г/кг веса птицы, а с кормом хелатный комплекс аминокислот с хромом в дозе 200 мг/кг корма. Продолжительность учетного периода составила 28 дней.

Динамику ростовых показателей оценивали путём индивидуального взвешивания птиц в возрасте 15, 21, 28, 35 и 42 дней до кормления, в конце эксперимента проводили лабораторные исследования, включавшие морфологический и биохимический анализ сыворотки крови.

Образцы крови для исследования отбирали в конце эксперимента из подкрыльцовой вены с использованием пробирок VACUETTE (Австрия). Для измерения гематологических параметров кровь отбирали в пробирки с антикоагулянтом (этилендиаминтетрауксусная кислота), для определения биохимических показателей в пробирки с активатором свертывания крови и гелем для получения сыворотки.

Гематологические параметры измеряли с использованием анализатора URIT-2900 Vet Plus (Китай). Определяли количество лейкоцитов с дифференциальным подсчетом (эозинофилы, лимфоциты, базофилы и моноциты), количество эритроцитов, концентрацию гемоглобина и количество тромбоцитов.

Биохимические анализы сыворотки крови проводили с использованием коммерческих реагентов

и в соответствии с надлежащей лабораторной практикой на анализаторе CS-T240 (Китай). Измеряли содержание глюкозы, общего белка, холестерина, аланинаминотрансферазы (АЛТ), аспаргатаминотрансферазы (АСТ), каталазы (КАТ), супероксиддисмутазы (СОД), глутатиопероксидазы (GSH-Px).

Для сравнительной оценки влияния дополнительных добавок на качество и пищевую ценность мяса, на примере поверхностной грудной мышцы, определяли его химический состав (влага, сухое вещество, протеин, жир, зола).

Обработку полученных данных проводили методами вариационной статистики с использованием программ «Excel» («Microsoft») и «Statistica 10.0» («Stat Soft Inc.»). Проверку соответствия полученных данных нормальному закону распределения осуществляли при помощи критерия согласия Колмогорова. Гипотеза о принадлежности данных нормальному распределению была отклонена во всех случаях с вероятностью 95%, что обосновало возможность применения непараметрических процедур обработки статистических совокупностей (U-критерий Манна-Уитни). Полученные данные представлены в виде медианы (Me) и 25–75-го квартилей (Q₂₅-Q₇₅). При всех процедурах статистического анализа рассматривали достигнутый уровень значимости (p), критическим принимали p ≤ 0,05.

Результаты и обсуждение. Введение в рацион птиц кормовой добавки оказало положительный эффект на динамику их массы тела. У цыплят-бройлеров опытной группы к 28-му и 42-дневному возрасту она была статистически значимо выше, чем в контроле, на 18% (p=0,03) и 14% (p=0,01) соответственно (табл. 1). Одновременно у птиц этой группы наблюдали интенсивный прирост массы тела, среднесуточная величина которого была достоверно больше, по сравнению с контролем, на 17%, (p=0,05).

Табл. 1. Зоотехнические показатели цыплят-бройлеров¹

Возраст, сут.	Группа	
	контрольная	опытная
Масса тела, г		
15	455,0 (440,0...475,0)	467,0 (442,0...480,0)
21	800,0 (766,0...834,0)	900,0 (860,0...910,0)
28	1 228,0 (1 010,0...1 356,0)	1 446,0 (1 2221,0...1 532,0)*
35	1 667,0 (1 668,0...1 800,0)	1 999,0 (1 952,0...2 222,0)
42	2 266,0 (2 207,0...2 345,0)	2 596,0 (2 451,0...2 679,0)**
Среднесуточный прирост, г/сут		
15...42	64,8 (62,2...66,7)	76,0 (71,7...78,5) *

¹здесь и далее, числа в скобках обозначают значения 25 и 75-го квартилей (Q₂₅-Q₇₅); * – p ≤ 0,05; ** – p ≤ 0,01, по сравнению с контрольной группой.

Цыплята-бройлеры контрольной группы за период проведения эксперимента потребляли 4164 г корма, что на 14 г меньше, чем в опытной (табл. 2). В целом добавление в рацион птиц комбинации водорастворимого пробиотика и органической формы хрома способствовало снижению затрат корма на 1 кг прироста на 0,3 кг (14%).

Табл. 2. Потребление кормов при выращивании цыплят-бройлеров

Возраст, сут.	Группа	
	контрольная	опытная
Фактическое потребление корма за период выращивания, г/гол		
15...28	1 634,0	1 723,0
28...42	2 530,0	2 455,0
За весь период	4 164,0	4 178,0
Затраты корма на 1 кг прироста, кг		
15...42	2,2	1,9

Полученные различия в живой массе цыплят-бройлеров можно объяснить разной переваримостью

питательных веществ рациона, которая в обеих группах была достаточно высокой (табл. 3). Переваримость органического вещества, сырого жира, сырой клетчатки, сухого вещества и безазотистых экстрактивных веществ (БЭВ) в опытной группе практически не отличалась от контроля. Достоверные различия фиксировали только по переваримости сырого протеина, в опытной группе она была выше на 2,7 % ($p=0,03$).

Табл. 3. Коэффициенты переваримости питательных веществ корма, %

Коэффициент переваримости	Группа	
	контрольная	опытная
Органическое вещество	76,0 (75,1...76,5)	80,0 (78,1...80,4)
Сырой протеин	78,2 (77,4...78,6)	80,9 (79,1...81,2)*
Сырой жир	73,1 (72,9...74,2)	74,5 (74,0...75,6)
Сырая клетчатка	13,3 (12,3...14,9)	13,8 (12,1...14,0)
Сухое вещество	76,9 (75,8...77,1)	78,2 (77,3...78,4)
БЭВ	78,2 (76,3...80,1)	82,0 (81,1...83,2)

* – $p \leq 0,05$, по сравнению с контрольной группой.

Результаты разделки свидетельствуют, что масса потрошенной тушки в опытной группе была больше, чем в контрольной, на 24 % ($p=0,05$). Кроме того, у птиц, получавших водорастворимый пробиотик и органическую форму хрома, убойный выход был достоверно выше на 5,8 % ($p=0,05$). По массе субпродуктов (печень и сердце) статистически значимых различий между группами не установлено (табл. 4).

Табл. 4. Убойные качества бройлеров

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная
Предубойная живая масса, г	2266,0 (2207,0...2345,0)	2596,0 (2451,0...2679,0)**
Полупотрошенная тушка, г	1984,0 (1903,3...2018,3)	2275,0 (2110,0...2360,1)
Потрошенная тушка, г	1539,0 (1447,0...1588,1)	1914,4 (1884,0...1970,8)*
Печень, г	75,09 (74,64...84,46)	82,96 (79,07...87,29)
Сердце, г	14,76 (13,59...14,77)	15,77 (14,05...16,04)
Убойный выход тушки, %	67,9 (65,6...68,1)	73,7 (72,9...74,5)*

* – $p \leq 0,05$; ** – $p \leq 0,01$, по сравнению с контрольной группой.

Результаты исследования химического состава показали, что содержание влаги в белом мясе обеих групп было выше нормы примерно на 2 % (табл. 5). При этом количество белка в белом мясе птиц контрольной групп ниже рекомендуемой величины, а у птиц опытной группы соответствовало нормативным параметрам. Уровень белка в мясе птицы опытной группе был выше, чем в контроле, на 2,76 % ($p=0,03$). Зольность белого мяса и уровень жира в мясе птиц обеих групп находились практически в пределах рекомендуемых значений.

Табл. 5. Содержание химических веществ в мясе бройлеров, %

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная
Влага	75,26 (75,18...75,3)	75,62 (75,41...76,26)
Сухое вещество	24,6 (24,47...24,74)	25,15 (24,9...25,55)
Протеин	19,57 (19,17...20,75)	22,33 (20,17...22,57)*
Жир	5,4 (4,95...5,62)	5,02 (5,01...5,11)
Зола	0,95 (0,94...0,96)	0,95 (0,94...0,96)

* – $p \leq 0,05$, по сравнению с контрольной группой; рекомендуемые величины (Справочные таблицы содержания основных пищевых веществ и энергетической ценности пищевых продуктов / под ред. И. М. Скурихина, М. Н. Волгарева. М., 1987; ГОСТ 31962-2013): влага – не более 73,0% для грудки, 66,0% для красного мяса; жир – соответственно не более 5,0 и 8,0%; протеин – не менее 21,0 и 17,0%; зола – не более 1,1 и 1,0%.

Морфологические показатели крови бройлеров обследуемых групп в возрасте 42 дней находились

в пределах физиологических норм, разработанных по Ч. П. Кондрахина (1985), что свидетельствует о здоровом физическом состоянии птицы. Статистически значимых различий между величинами этих показателей у птиц опытной и контрольной группы не выявлено, прослеживалась только тенденция к увеличению уровня эритроцитов и гемоглобина (табл. 6).

Биохимические параметры крови всех птиц так же находились в пределах рекомендуемых норм (по Садовникову Н. В., 1995). В конце экспериментального периода у бройлеров опытной группы содержание глюкозы было статистически достоверно выше (табл. 7), чем в контрольной, на 20 % ($p=0,03$), общего белка – на 76 % ($p=0,01$), активность АЛТ – на 8,5 % ($p=0,02$), АСТ – на 15 % ($p=0,02$).

Введение пробиотика в рацион оказало стимулирующий эффект на антиоксидантные ферменты, что сопровождалось повышением их активности. У цыплят-бройлеров опытной группы активность супероксиддисмутазы и глутатиопероксидазы в сыворотке крови была достоверно выше, чем в контроле, на 13 % ($p=0,02$) и 7,5 % ($p=0,03$) соответственно.

На сегодняшний день установлено, что пробиотики, благодаря своему многоцелевому действию, способны оказывать положительное влияние на организм сельскохозяйственной птицы и повышать эффективность птицеводства [14, 15, 16].

Результаты нашего исследования свидетельствуют о наличии положительного эффекта от добавле-

ния в корм комбинированного пробиотика (смесь живых бактерий *L. acidophilum* и *B. adolescentis*) и хелатного комплекса аминокислот с хромом в дозе 200 мг/кг, после которого масса птиц опытной группы к 28- и 42-дневному возрасту статистически значимо превышала контроль на 18 % и 14 % соответственно. Это согласуется с данными, которые отмечали прирост массы бройлеров, получавших в составе корма Лактобифадол Форте (*Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium adolescentis*) [17]. Такой эффект может быть связан со способностью пробиотиков повышать активность пищеварительных ферментов (протеаз и амилаз), которые улучшают скорость переваривания питательных веществ корма, увеличивая усвояемость крахмала, жира и белка, что, в свою очередь, может привести к повышению прироста живой массы бройлеров [18]. Определенное

Табл. 6. Морфологические показатели крови бройлеров

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная
Лейкоциты, 10^9 /л	35,5 (27,84...40,73)	33,5 (21,7...37,8)
Лимфоциты, %	56,1 (51,7...58,5)	49,9 (43,5...60,8)
Эозинофилы, %	8,0 (5,9...10,0)	6,4 (5,6...7,7)
Базофилы, %	2,3 (1,2...2,5)	2,2 (2,1...2,6)
Моноциты, %	5,8 (5,3...6,9)	6,7 (5,2...7,9)
Эритроциты, 10^{12} /л	3,15 (2,97...3,3)	3,28 (2,89...3,33)
Гемоглобин, г/л	121,0 (96,0...127,0)	127,0 (103,0...131,0)
Тромбоциты, 10^9 /л	64,33 (52,09...72,3)	52,43 (44,07...80,3)

Табл. 7. Биохимические показатели бройлеров

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная
Глюкоза, ммоль/л	13,44 (11,89...14,06)	16,19 (15,1...17,24)*
Общий белок, г/л	41,13 (40,37...42,27)	72,25 (71,93...72,91)**
Холестерин, ммоль/л	1,45 (1,17...1,62)	1,05 (0,86...2,12)
АЛТ, Ед/л	19,03 (18,60...20,58)	20,65 (18,1...22,8)*
АСТ, Ед/л	152,66 (120,69...203,84)	175,86 (165,37...186,23)*
SOD, Ед/мл	12,62 (11,93...13,21)	14,29 (14,03...14,53)*
CAT, Ед/мл	4,56 (4,31...4,78)	4,99 (4,57...5,28)
GSH-Px, Ед/мл	209,87 (205,36...212,37)	225,64 (220,34...228,42)

* – $p \leq 0,05$; ** – $p \leq 0,01$, по сравнению с контрольной группой.

положительное влияние оказало и лучшее усвоение хрома из хелатной формы [19].

Потребление корма в опытной группе снизилось на 14 %, что очень важно с экономической точки зрения. Некоторые исследователи отмечают, что потребление корма снижается при добавлении пробиотиков [20, 21]. Другие авторы пришли к выводу, что добавление пробиотиков не повлияло на потребление корма [22]. В литературе также имеются данные, что добавление пробиотиков приводит к увеличению потребления корма [23]. Противоречивость данных может быть связана с несколькими факторами, такими как вид сельскохозяйственной птицы, ее пол, пробиотический штамм и его дозировка и др. Возможно, в нашем исследовании снижение потребления корма в опытной группе связано с тем, что используемые штаммы микроорганизмов в дозе 0,2 г/кг массы птицы привели к улучшению усвояемости и абсорбции питательных веществ из корма благодаря повышению активности пищеварительных ферментов и улучшению морфологии пищеварительного тракта.

Обращают на себя внимание изменения биохимических показателей крови опытной группы. Достаточно закономерным на фоне введения изучаемых добавок представляется увеличение содержания общего белка, поскольку пробиотики способствуют усвоению аминокислот [10]. Повышение уровня глюкозы в крови бройлеров опытной группы может быть результатом увеличения всасывательной способности слизистой оболочки кишечника благодаря гистоморфологическим изменениям, вызванным воздействием пробиотиков и аминокислот [24, 25]. Кроме того, рост содержания глюкозы может свидетельствовать о повышении энергетического статуса птицы опытной группы и положительном влиянии добавок на углеводный обмен. Полученные результаты согласуются с данными ранее проведенных исследований [26].

АСТ и АЛТ – активные физиолого-биохимические маркеры, обладающие широким спектром действия. Они участвуют в регуляции азотистого обмена, обмена белков, жиров и углеводов, а также в биологическом окислении [27]. Повышенная активность этих ферментов в крови птиц опытной группы может свидетельствовать о большей скорости метаболизма белка на фоне пробиотиков и хелатного комплекса аминокислот.

Изменение активности антиоксидантных ферментов в сыворотке крови может быть связано с соответствующими свойствами пробиотиков, которые были предметом многочисленных исследований в последние годы [28, 29]. Наши данные согласуются с результатами Lihuan Zhang и соавт. [30], которые обнаружили, что введение в корм пробиотических добавок приводит к увеличению концентрации супероксиддисмутазы и глутатиопероксидазы у цыплят-бройлеров.

Выводы. Многоцелевое действие пробиотиков совместно с комплексом аминокислот с хромом оказывает положительное влияние на организм сельскохозяйственной птицы и повышает эффективность птицеводства. У цыплят-бройлеров опытной группы масса тела в возрасте 28 и 42 суток была статистически значимо выше, чем в контроле, соответственно на 18 % ($p=0,03$) и 14 % ($p=0,01$), масса потрошенной тушки – на 24 % ($p=0,05$). Введение в рацион птиц изучаемой добавки способствовало снижению затрат корма на 1 кг прироста на 0,3 кг (14 %) при увеличении переваримости сырого протеина на 2,7 % ($p=0,03$). Уровень белка в мясе бройлеров опытной группы выше, чем в контроле, на 2,76 % ($p=0,03$). Введение пробиотика в рацион достоверно увеличивало активность супероксиддисмутазы и глутатиопероксидазы в сыворотке крови соответственно на 13 % ($p=0,02$) и 7,5 % ($p=0,03$).

ФИНАНСИРОВАНИЕ РАБОТЫ.

Данная работа финансировалась за счет средств Российской науки фонда (проект № 22–16–00070).

СОБЛЮДЕНИЕ ЭТИЧЕСКИХ СТАНДАРТОВ.

Экспериментальные исследования выполняли в соответствии с инструкциями и рекомендациями российских нормативных актов (Приказ Минздрава СССР № 755 от 12.08. 1977 «О мерах по дальнейшему совершенствованию организационных форм работы с использованием экспериментальных животных»), протоколами Женевской конвенции и принципами надлежащей лабораторной практики (Национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р 53434–2009). Все процедуры над животными осуществляли в соответствии с правилами Комитета по биоэтике Федерального научного центра биологических систем и агротехнологий РАН, г. Оренбург, Россия (протокол № 2 от 6.06.2023).

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ.

Авторы данной работы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

Литература.

- Петрянкин Ф. П., Лаврентьев А. Ю., Шерне В. С. Влияние кормления на иммунный статус организма животных (научный обзор) // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. 2017. № 2(2). С. 46–50.
- Астраханцев А. А. Продуктивность цыплят-бройлеров при различных технологических вариантах выращивания // Птицеводство. 2019. № 1. С. 26–30. doi: 10.33845/0033-3239-2019-68-1-26-30.
- Бахарев А. А., Александрова С. С. Влияние освещения на продуктивность цыплят бройлеров // Эпоха науки. 2018. № 15. С. 120–124.
- Impact of heat stress and nutritional interventions on poultry production / S. P. He, M. A. Arowolo,

- R. F. Medrano, et al. // *World's Poultry Science Journal*. 2018. Vol. 74. No. 4. P. 647–664. doi: 10.1017/S0043933918000727.
5. Шацких Е. В., Королькова-Субботкина Д. Е. Состояние кишечника цыплят-бройлеров при включении в рацион фитобиотической добавки // *Аграрный вестник Урала*. 2022. № S14. С. 81–91. doi: 10.32417/1997-4868-2022-229-14-81-91.
 6. Кротова Н. Ю., Лаврентьев А. Ю., Шерне В. С. Продуктивность цыплят-бройлеров при использовании мультиэнзимного препарата // *Птицеводство*. 2020. № 2. С. 27–30. doi: 10.33845/0033-3239-2020-69-2-27-30.
 7. Грозина А. А. Состав микрофлоры желудочно-кишечного тракта у цыплят-бройлеров при воздействии пробиотика и антибиотика (по данным *t-rflp-rt-pcr*) // *Сельскохозяйственная биология*. 2014. № 6. С. 46–58. doi:10.15389/agrobiology.2014.6.46rus.
 8. Yadav S., Jha R. Strategies to modulate the intestinal microbiota and their effects on nutrient utilization, performance, and health of poultry // *J Anim Sci Biotechnol*. 2019. Vol. 10. P. 2. URL: <https://jasbsci.biomedcentral.com/articles/10.1186/s40104-018-0310-9> (дата обращения: 04.09.2023). doi: 10.1186/s40104-018-0310-9.
 9. Dietary effect of probiotics and prebiotics on broiler performance, carcass, and immunity / A. Rehman, M. Arif, N. Sajjad et al. // *Poult Sci*. 2020. Vol. 99. No. 12. P. 6946–6953. doi: 10.1016/j.psj.2020.09.043.
 10. Probiotics in poultry feed: A comprehensive review / M. E. Abd El-Hack, M. T. El-Saadony, M. E. Shafi, et al. // *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 2020. Vol. 104. No. 6. P. 1835–1850. doi: 10.1111/jpn.13454.
 11. Wu X. Z., Wen Z. G., Hua J. L. Effects of dietary inclusion of *Lactobacillus* and inulin on growth performance, gut microbiota, nutrient utilization, and immune parameters in broilers // *Poult Sci*. 2019. Vol. 98. No. 10. P. 4656–4663. doi: 10.3382/ps/pez166.
 12. The use of probiotics as eco-friendly alternatives for antibiotics in poultry nutrition / M. Alagawany, M. E. Abd El-Hack, M. R. Farag, et al. // *Environ Sci Pollut Res Int*. 2018. Vol. 25. No. 11. P. 10611–10618. doi: 10.1007/s11356-018-1687-x.
 13. Impact of restricting feed and probiotic supplementation on growth performance, mortality and carcass traits of meat-type quails / R. N. Soomro, M. E. Abd El-Hack, S. S. Shah, et al. // *Anim Sci J*. 2019. Vol. 90. No. 10. P. 1388–1395. doi: 10.1111/asj.13290.
 14. Neveling D. P., Dicks L. M. T. Probiotics: an Antibiotic Replacement Strategy for Healthy Broilers and Productive Rearing // *Probiotics Antimicrob Proteins*. 2021. Vol. 13. No. 1. P. 1–11. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12602-020-09640-z> (дата обращения: 04.09.2023). doi: 10.1007/s12602-020-09640-z.
 15. *Bacillus* Probiotics as Alternatives to In-feed Antibiotics and Its Influence on Growth, Serum Chemistry, Antioxidant Status, Intestinal Histomorphology, and Lesion Scores in Disease-Challenged Broiler Chickens / I. P. Ogbuwu, M. Mabelebele, N. A. Sebola, et al. // *Front Vet Sci*. 2022. Vol. 9. P. 876725. URL: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fvets.2022.876725/full> (дата обращения: 04.09.2023). doi: 10.3389/fvets.2022.876725.
 16. Probiotics as Alternatives to Antibiotics for the Prevention and Control of Necrotic Enteritis in Chickens / R. R. Kulkarni, C. Gaghan, K. Gorrell, et al. // *Pathogens*. 2022. Vol. 11. No. 6. P. 692. URL: <https://www.mdpi.com/2076-0817/11/6/692> (дата обращения 04.09.2023). doi: 10.3390/pathogens11060692.
 17. Изучение влияния пробиотиков на продуктивные и гематологические показатели крови цыплят-бройлеров / Р. А. Тузинов, С. В. Лебедев, А. Е. Аринжанов и др. // *Животноводство и кормопроизводство*. 2022. Т. 105. № 4. С. 195–207. doi: 10.33284/2658-3135-105-4-195.
 18. Wang Y., Gu Q. Effect of probiotic on growth performance and digestive enzyme activity of Arbor Acres broilers // *Res Vet Sci*. 2010. Vol. 89. No. 2. P. 163–167. doi: 10.1016/j.rvsc.2010.03.009.
 19. The effect of feed supplementation with zinc chelate and zinc sulphate on selected humoral and cell-mediated immune parameters and cytokine concentration in broiler chickens / Ł. Jarosz, A. Marek, Z. Grądzki, et al. // *Res Vet Sci*. 2017. Vol. 112. P. 59–65. doi: 10.1016/j.rvsc.2016.09.007.
 20. Effect of pelleting temperature and probiotic supplementation on growth performance and immune function of broilers fed maize/soy-based diets / A. M. Amerah, A. Quiles, P. Medel, et al. // *Animal Feed Science and Technology*. 2013. Vol. 180. No. 1–4. P. 55–63. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2013.01.002.
 21. The effects of different growth promoters on performance and carcass characteristics of broiler chickens / R. Mokhtari, A. R. Yazdani, M. Rezaei, et al. // *Journal of Animal and Veterinary Advances*. 2010. Vol. 9. No. 20. P. 2633–2639. doi: 10.3923/javaa.2010.2633.2639.
 22. Effect of supplementation of prebiotic mannan-oligosaccharides and probiotic mixture on growth performance of broilers subjected to chronic heat stress / M. U. Sohail, M. E. Hume, J. A. Byrd, et al. // *Poult Sci*. 2012. Vol. 91. No. 9. P. 2235–2240. doi: 10.3382/ps.2012-02182.
 23. Abdel-Raheem S. M., Sherief M. S. Abd-Allah S. M. S. The effect of single or combined dietary supplementation of mannan oligosaccharide and probiotics on performance and slaughter characteristics of broilers // *Int. J. Poult. Sci.* 2011. Vol. 10. No. 11. P. 854–862. doi: 10.3923/ijps.2011.854.862.
 24. Effect of dietary supplementation of prebiotics and probiotics on intestinal microarchitecture in broilers reared under cyclic heat stress / S. Ashraf, H. Zaneb, M. S. Yousaf, et al. // *J Anim Physiol Anim Nutr (Berl)*. 2013. Vol. 97 Suppl 1. P. 68–73. doi: 10.1111/jpn.12041. PMID: 23639019.
 25. Wealleans A. L., Sirukhi M., Egorov I. A. Performance, gut morphology and microbiology effects of a *Bacillus* probiotic, avilamycin and their combination in mixed grain broiler diets // *Br Poult Sci*. 2017. Vol. 58. No. 5. P. 523–529. doi: 10.1080/00071668.2017.1349298.
 26. Probiotic level effects on growth performance, carcass traits, blood parameters, cecal microbiota, and immune response of broilers / M. Pourakbari, A. Seidavi, L. Asadpour, et al. // *An Acad Bras Cienc*. 2016. Vol. 88. No. 2. P. 1011–1021. doi: 10.1590/0001-3765201620150071.
 27. Музакаева Х. С. Влияние микроэлементов на ферментативную активность // *Вестник Медицинского института*. 2020. Т. 17. № 1. С. 66–69. doi: 10.36684/med-2020-17-1-66-69.
 28. Probiotics as potential antioxidants: a systematic review / V. Mishra, C. Shah, N. Mokashe, et al. // *J Agric Food Chem*. 2015. Vol. 63. No. 14. P. 3615–3626. doi: 10.1021/jf506326t.

29. *Antioxidant Properties of Probiotic Bacteria* / Y. Wang, Y. Wu, Y. Wang, et al. // *Nutrients*. 2017. Vol. 9. No. 5. P. 521. URL: <https://www.mdpi.com/2072-6643/9/5/521> (дата обращения: 04.09.2023). doi: 10.3390/nu9050521.
30. *Supplementation of probiotics in water beneficial growth performance, carcass traits, immune function, and antioxidant capacity in broiler chickens* / L. Zhang, R. Zhang, H. Jia, et al. // *Open Life Sci.* 2021. Vol. 16. No. 1. P. 311–322. doi: 10.1515/biol-2021-0031.

Поступила в редакцию 15.10.2023

После доработки 29.11.2023

Принята к публикации 19.12.2023