

Влияние пробиотического штамма *Bifidobacterium longum* на содержание химических элементов в биологических тканях цыплят-бройлеров при минералдефицитной диете

О. В. Кван^{1✉}, Е. В. Шейда¹, Г. К. Дускаев¹, Ш. Г. Рахматуллин¹

¹ Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, Оренбург, Россия

✉ E-mail: kwan111@yandex.ru

Аннотация. Исследование направлено на изучение влияния пробиотического штамма *Bifidobacterium longum* на содержание химических элементов в биологических тканях цыплят-бройлеров на фоне минералдефицитной диеты. **Методология и методы.** Исследования были проведены на цыплятах-бройлерах кросса Арбор-Айкрес в возрасте от 7- до 42-дневного возраста. С 21-суточного возраста цыплят методом аналогов были сформированы две группы по 15 голов в каждой, исследуемая птица содержалась на дефицитной по минералам диете. Птица опытной группы получала жидкий пробиотический препарат «Соя-бифидум» в дозировке 0,7 мл/кг корма. Особенности обмена химических элементов определяли путем исследования содержания элементного состава печени, грудных и бедренных мышц по 25 показателям. **Результаты и практическая значимость.** Дополнительное включение пробиотического штамма в рацион способствует максимальному выведению токсичных элементов, тем самым снижает интоксикацию всего организма. Так, установлено, что пробиотический штамм *Bifidobacterium longum* способствовал достоверному снижению в печени алюминия на 34 % ($p = 0,048$), свинца – на 50 % ($p = 0,008$), олова – на 67 % ($p = 0,0064$), в грудных мышцах – алюминия на 54,6 % ($p = 0,005$), кадмия – на 55,6 % ($p = 0,005$), в бедренных мышцах – кадмия на 50 % ($p = 0,006$), свинца – на 75 % ($p = 0,001$), стронция – на 50 % ($p = 0,013$) относительно данных показателей в контрольной группе. **Научная новизна.** Впервые описаны особенности элементного обмена по 25 показателям цыплят-бройлеров при введении пробиотических препаратов на фоне минералдефицитной диеты.

Ключевые слова: пробиотик, цыплята-бройлеры, токсичные элементы, дефицитная диета.

Для цитирования: Кван О. В., Шейда Е. В., Дускаев Г. К., Рахматуллин Ш. Г. Влияние пробиотического штамма *Bifidobacterium longum* на содержание химических элементов в биологических тканях цыплят-бройлеров при минералдефицитной диете // Аграрный вестник Урала. 2020. Специальный выпуск «Биология и биотехнологии». С. 28–34. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-14-28-34.

Дата поступления статьи: 23.10.2020.

Постановка проблемы (Introduction)

Птицеводство является важной и динамично развивающейся отраслью экономики во многих странах. В структуре российского производства птичьего мяса на долю цыплят-бройлеров приходится 97 %, индейка занимает 2 %, а продукция альтернативного птицеводства (утки, гуси, перепела) составляет лишь 1% от общего объема. Задача повышения конкурентоспособности птицеводческой отрасли страны направлена на необходимость получения качественной продукции, особенно с точки зрения ее экологической безопасности.

В кормлении сельскохозяйственной птицы рационы балансируются не только по химическому, но и по минеральному составу. В организме птицы не все элементы усваиваются. Одна часть, например, усваивается в тонком отделе кишечника и участвует в обменных процессах, что оказывает влияние на продуктивность, другая – в слепом отделе кишечника и т. д. [1, р. 362].

Усвояемость отдельных химических элементов зависит от компонентного состава комбикорма, а также наличия антипитательных факторов. На фоне положительного дей-

ствия на обмен веществ и продуктивные качества микро-элементы оказывают отрицательное влияние на бактерии [2, р. 2816] и микрофлору кишечника [3], что исключается путем дополнительного включения в рацион пробиотических препаратов [4, р. 250].

При определенных условиях микроорганизмы могут иммобилизовать токсичное действие тяжелых металлов. Так, исследования показывают, что бифидобактерии взаимодействуют с рядом токсичных металлов, включая кадмий и свинец [5], [6, р. 306]. Эту способность можно объяснить различиями между зарядом поверхности бактерий и металлов. После связывания с клеточной стенкой металлов большая часть катионов металлов связывается и осажается на клеточной стенке микроорганизмов [7, р. 553].

Полагают, что наличие у микроорганизмов связывающих белков, таких как металлотионеины и фитохелатины, может способствовать поглощению металлов. Кроме того, существует несколько микроорганизмов, которые выполняют детоксикацию металлов с помощью генов плазмид [8, р. 42].

Добавление штаммов микроорганизмов в рацион, вероятно, обеспечит преимущества с точки зрения эффективности корма и выхода эндогенных микроэлементов из депо, в т. ч. потери тяжелых металлов, что будет играть огромную роль в животноводстве и птицеводстве [9, p. 73].

Цель исследования – оценить влияние пробиотического штамма *Bifidobacterium longum* на содержание химических элементов в биологических тканях цыплят-бройлеров при минералдефицитной диете.

Методология и методы исследования (Methods)

Объектами исследования являются цыплята-бройлеры кросса Арбор-Айкрес в возрасте от 7- до 42-дневного возраста. С 7-суточного до 21-суточного возраста исследуемая птица находилась на основном рационе. Кормление подопытной птицы осуществлялось комбикормами, выработанными по рекомендациям Всероссийского научно-исследовательского и технологического института птицеводства (ВНИТИП, 2004).

В ходе основного учетного периода с 21-суточного возраста методом аналогов были сформированы две группы по 15 голов в каждой. Исследуемая птица содержалась на дефицитной по минералам диете, что достигалось через поение дистиллированной водой и скармливание приготовленного особым способом риса (варка полированного риса в течение 15 минут с последующим удалением отвара и промывкой дистиллированной водой). С целью профилактики авитаминозных состояний в данный рацион вводили поливитаминный комплекс, содержащий витамины А, D, С, К, Е, В₁, В₂, В₃, В₄, В₅, В₆, В_с, В₁₂, в дозировках, рекомендованных Л. Ф. Порядковым [10]. Кроме того, птица опытной группы, получала жидкий пробиотический препарат «Соя-бифидум» в дозировке 0,7 мл/кг корма.

Обслуживание животных и экспериментальные исследования выполнены в соответствии с инструкциями Russian Regulations [11] и The Guide for Care and Use of Laboratory Animals [12]. При выполнении исследований были приняты усилия, чтобы свести к минимуму страдания животных и уменьшить количество используемых образцов.

Анализ биологических образцов

Элементный состав грудных и бедренных мышц, а также печени исследовали по 25 показателям (Al, As, B, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, I, K, Li, Mg, Mn, Na, Ni, P, Pb, Se, Si, Sn, Sr, V, Zn) методами масс-спектрометрии (МС-ИСП) и атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (АЭС-ИСП) с использованием Optima 2000 DV и Nexion 300 D (Perkin Elmer, США). Все аналитические процедуры были выполнены в лаборатории Центра биотической медицины (Москва, Россия).

Статистический анализ

Достоверность различий проверяли при помощи *U*-критерия Манна – Уитни. Уровень значимости (*P*) принимался меньшим или равным 0,05. Для обработки данных использовали пакет прикладных программ Statistica 10.0 (StatSoft, Inc., США). В качестве описательной статистики использовались медиана (*Me*) и соответствующие границы 25 и 75 перцентилей (*Q*₁–*Q*₃).

Результаты (Results)

Как показали результаты исследования, дополнительное введение в рацион исследуемой птице пробиотического штамма *Bifidobacterium longum* способствовало увеличению живой массы цыплят-бройлеров (с учетом того, что последние находились на минералдефицитной диете) на 4,8 % (рис. 1).

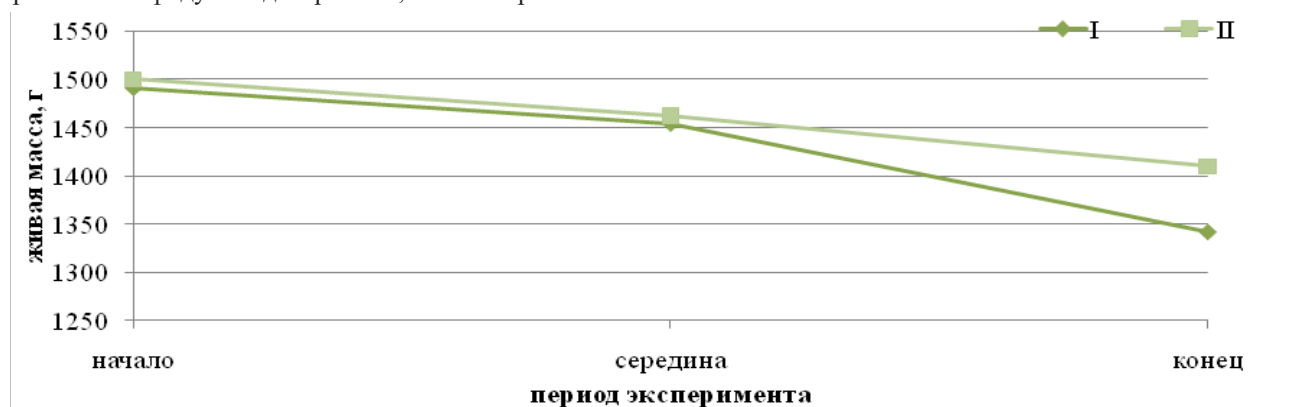


Рис. 1. Динамика живой массы цыплят-бройлеров на минералдефицитной диете, г

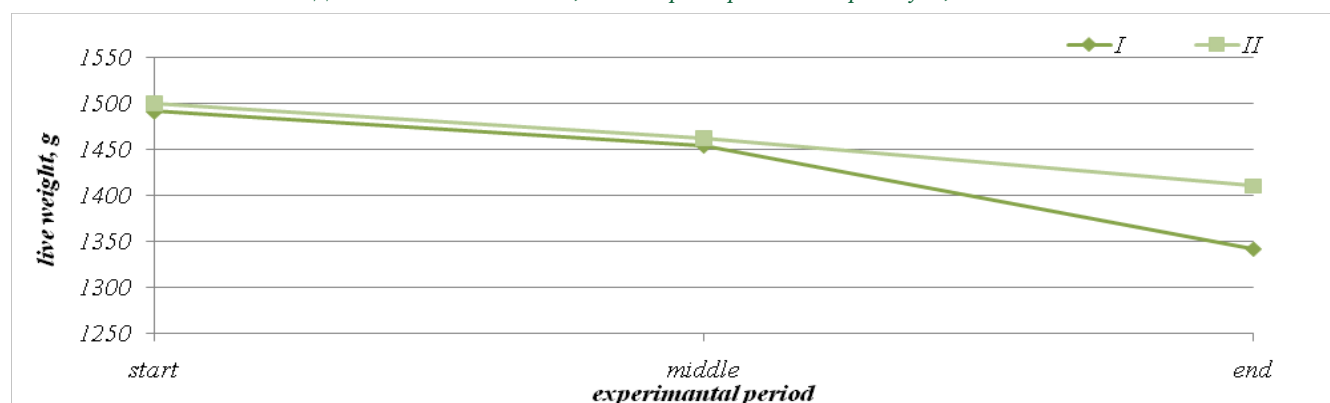


Fig. 1. Dynamics of live weight of broiler-chickens on a mineral-deficient diet, g

Изменение состава рациона при выращивании цыплят-бройлеров путем введения дополнительных компонентов или, напротив, лишения необходимых составляющих, влечет за собой изменение метаболических процессов в организме, в частности, элементного обмена. При этом чаще всего происходят накопление тяжелых металлов в органах и тканях организма и, напротив, выведение условно-эссенциальных и макроэлементов, что оказывает негативный эффект как на здоровье птицы, так и на качество готовой продукции.

Являясь одним из основных компонентов нормального кишечного микробиоценоза, *Bifidobacterium longum* при введении в рацион птицы способен свести к минимуму эндогенные потери минеральных веществ из организма.

При введении пробиотического штамма на фоне минералдефицитной диеты отмечены изменения в содержании макроэлементов в печени цыплят-бройлеров. Так, во II опытной группе выявлено достоверное увеличение Са в 2 раза ($p < 0,05$) относительно I группы и увеличение концентрации фосфора на 10,0 %, однако изменения были недостоверными. Уровень таких макроэлементов, как калий и магний, в I группе был выше на 6,1 % и 2,7 % соответственно относительно II группы, однако данные носили недостоверный характер (рис. 2).

При исследовании грудных мышц на содержание макроэлементов отмечено достоверное увеличение Са на 43,0 % ($p < 0,05$), К на 41,6 % ($p < 0,05$), Mg на 31,0 % ($p < 0,05$) и Na на 39,5 % ($p < 0,05$) относительно I группы, уровень фосфора повышался в 1,4 раза, но без достоверных изменений (рис. 3).

Была отмечена аналогичная тенденция к повышению уровня макроэлементов в бедренных мышцах во второй группе относительно группы, находящейся на дефицитной диете. Достоверно увеличивалось содержание калия на 31,5 % и натрия на 31,8 % ($p < 0,05$), показатели уровня Са и P в обеих группах были одинаковыми (рис. 4).

Анализируя данные таблицы 1, необходимо отметить позитивное влияние пробиотического штамма на обмен токсичных элементов в печени. Так, пробиотический штамм *Bifidobacterium longum* способствовал достоверному снижению алюминия на 34 % ($p = 0,048$), свинца – на 50 % ($p = 0,008$), олова – на 67 % ($p = 0,0064$) относительно данных показателей в I группе (таблица 1).

В грудных мышцах следует отметить достоверное снижение концентрации алюминия на 54,6 % ($p = 0,005$) и кадмия на 55,6 % ($p = 0,005$) во второй группе по отношению к первой. Концентрация свинца, олова и стронция в обеих группах была одинаковой (таблица 2).

Такая же тенденция была отмечена и при изучении обмена токсичных элементов в бедренных мышцах. Введение в рацион пробиотического штамма *Bifidobacterium longum* способствует снижению токсичных элементов в бедренных мышцах цыплят II группы относительно I:

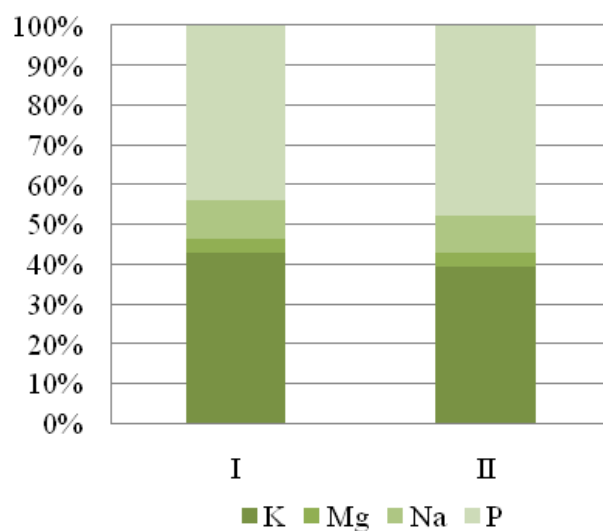


Рис. 2. Уровень содержания макроэлементов в печени цыплят-бройлеров, %

Fig. 2. The level of macronutrients in the liver of broiler-chickens, %

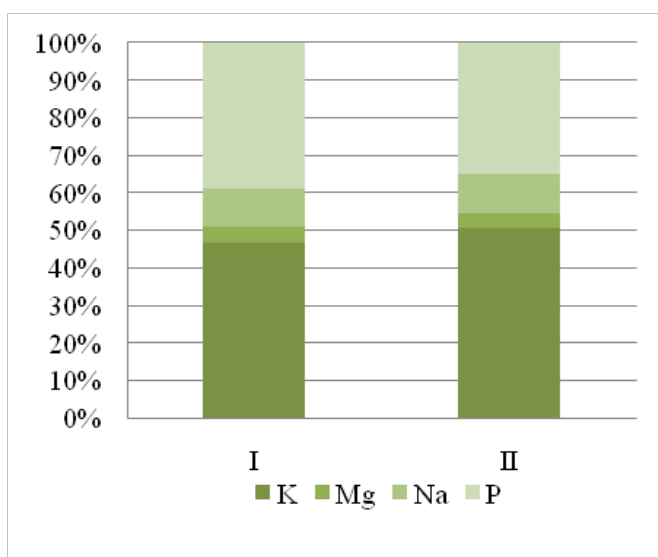


Рис. 3. Уровень содержания макроэлементов в грудных мышцах цыплят-бройлеров, %
Fig. 3. The level of macronutrients in breast muscles of broiler-chickens, %

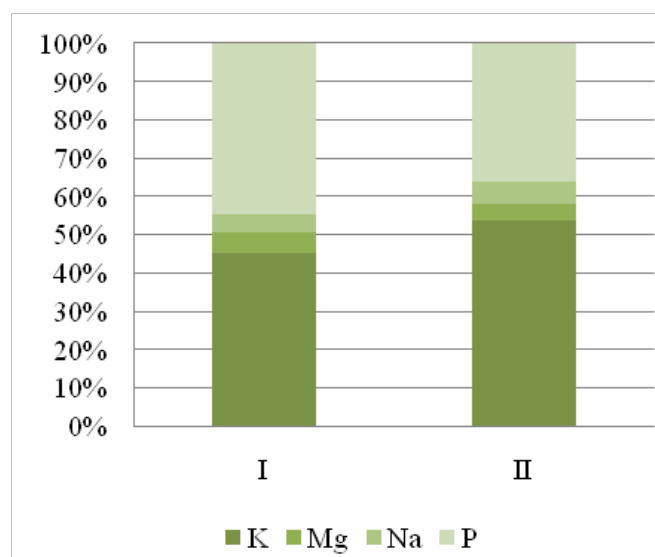


Рис. 4. Уровень содержания макроэлементов в бедренных мышцах цыплят-бройлеров, %
Fig. 4. The level of macronutrients in femoral muscles of broiler-chickens, %

Таблица 1
Содержание токсичных элементов в печени цыплят-бройлеров, мг/кг

Показатель	I		II		P
	Me	Q ₁ -Q ₃	Me	Q ₁ -Q ₃	
Al	1,1	0,75-1,3	0,73	0,62-0,85	0,048
Cd	0,04	0,03-0,051	0,04	0,02-0,055	0,121
Pb	0,02	0,01-0,031	0,01	0,08-0,018	0,008
Sn	0,03	0,02-0,038	0,01	0,08-0,015	0,0064
Sr	0,08	0,06-0,093	0,06	0,052-0,068	0,212

Table 1
Content of toxic elements in the liver of broiler-chickens, mg/kg

Indicator	I		II		P
	Me	Q ₁ -Q ₃	Me	Q ₁ -Q ₃	
Al	1.1	0.75-1.3	0.73	0.62-0.85	0.048
Cd	0.04	0.03-0.051	0.04	0.02-0.055	0.121
Pb	0.02	0.01-0.031	0.01	0.08-0.018	0.008
Sn	0.03	0.02-0.038	0.01	0.08-0.015	0.0064
Sr	0.08	0.06-0.093	0.06	0.052-0.068	0.212

Таблица 2
Содержание токсичных элементов в грудных мышцах цыплят-бройлеров, мг/кг

Показатель	I		II		P
	Me	Q ₁ -Q ₃	Me	Q ₁ -Q ₃	
Al	0,88	0,75-0,92	0,4	0,31-0,48	0,005
Cd	0,0009	0,0008-0,0012	0,0004	0,0003-0,00048	0,005
Pb	0,01	0,0075-0,014	0,01	0,007-0,016	0,13
Sn	0,004	0,0034-0,0046	0,004	0,0037-0,0051	0,22
Sr	0,05	0,034-0,062	0,05	0,043-0,061	0,16

Table 2
Content of toxic elements in breast muscles of broiler-chickens, mg/kg

Indicator	I		II		P
	Me	Q ₁ -Q ₃	Me	Q ₁ -Q ₃	
Al	0.88	0.75-0.92	0.4	0.31-0.48	0.005
Cd	0.0009	0.0008-0.0012	0.0004	0.0003-0.00048	0.005
Pb	0.01	0.0075-0.014	0.01	0.007-0.016	0.13
Sn	0.004	0.0034-0.0046	0.004	0.0037-0.0051	0.22
Sr	0.05	0.034-0.062	0.05	0.043-0.061	0.16

Таблица 3
Содержание токсичных элементов в бедренных мышцах цыплят-бройлеров, мг/кг

Показатель	I		II		P
	Me	Q ₁ -Q ₃	Me	Q ₁ -Q ₃	
Al	0,6	0,49-0,74	0,48	0,23-0,61	0,14
Cd	0,0004	0,00035-0,00051	0,0002	0,00018-0,00028	0,006
Pb	0,04	0,034-0,047	0,01	0,0076-0,015	0,001
Sn	0,0009	0,00075-0,0012	0,001	0,00064-0,0017	0,17
Sr	0,04	0,032-0,048	0,02	0,015-0,031	0,013

Table 3
Content of toxic elements in the femoral muscles of broiler-chickens, mg/kg

Indicator	I		II		P
	Me	Q ₁ -Q ₃	Me	Q ₁ -Q ₃	
Al	0.6	0.49-0.74	0.48	0.23-0.61	0.14
Cd	0.0004	0.00035-0.00051	0.0002	0.00018-0.00028	0.006
Pb	0.04	0.034-0.047	0.01	0.0076-0.015	0.001
Sn	0.0009	0.00075-0.0012	0.001	0.00064-0.0017	0.17
Sr	0.04	0.032-0.048	0.02	0.015-0.031	0.013

кадмия – на 50 % ($p = 0,006$), свинца – на 75 % ($p = 0,001$), стронция – на 50 % ($p = 0,013$), подобный результат был получен в исследованиях [11]. Снижение алюминия и олова было отмечено, однако изменения носили недостоверный характер (таблица 3).

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Известно, что способность концентрировать металлы, в том числе и тяжелые, очень широко распространена в природе среди различных организмов. Настоящими «рекордсменами» по извлечению тяжелых металлов из окружающей среды являются микроорганизмы. Накоплено множество данных, позволяющих считать, что микрофлора желудочно-кишечного тракта играет важную роль в детоксикации отдельных эндогенных и экзогенных токсических веществ. Большой интерес вызывает изучение данной способности среди микроорганизмов, входящих в состав пробиотических препаратов [13, p. 178].

На сегодняшний день не существует точной методологии расчета эндогенных потерь, лишь только изотопные маркеры. Так, V. Ravindran, et al. [14, p. 88], S. Cerrate, et al. [15, p. 305] использовали их для определения общих эндогенных потерь аминокислот.

Так, исследования [16, p. 685], [17, p. 102], [18, p. 275] показывают, что включение в рацион цыплятам-бройлерам витаминopodobного вещества гексафосфата инозитола повышает экскрецию эндогенного азота, аминокислот, железа, натрия и серы, введение фитазы снижает экскрецию эндогенных аминокислот, кальция, натрия и фосфора

Потери эндогенного белка в толстой кишке составляют значительную долю от общих потерь эндогенного белка в ЖКТ [19, p. 1847]. При увеличении живой массы происходит и увеличение эндогенных потерь фосфора в теле свиноматок [20, p. 1872]

Изучение эндогенных кишечных потерь азота в дистальном отделе подвздошной кишки у растущей свиньи получили значительное внимание в исследованиях питания свиней, что имеет важное значение для определения истинной переваримости азота и аминокислот в кишечнике [21, p. 1638].

Повышение эндогенных потерь азота, возможно связано с повышенными темпами синтеза белка в кишечнике, что приводит к увеличению потребности свиней в энергии и аминокислотах для поддержания здоровья [22].

Вредное воздействие ионов тяжелых металлов связано с различными процессами: вытеснением находящихся в них металлов токсическими металлами; связыванием части макромолекулы, необходимой для нормальной жизнедеятельности организма [23, p. 152]; образованием

биологических агрегатов, вредных для организма; деполимеризацией биологически важных макромолекул; направленным спариванием оснований нуклеотидов и появлением ошибок в белковых синтезах [24, p. 248].

Особенно опасны с точки зрения ингибирования синтеза гема ионы Pb^{2+} . Они активизируют фермент гемокиназу, разлагающий гем, таким же действием обладает и кадмий. Потеря организмом животного гема приводит к дефициту гемоглобина и развитию анемии. Активация пероксидного и свободнорадикального окисления отмечена в случае ионов свинца, кадмия, стронция и других металлов [25, p. 393]. В результате такой активации повреждаются некоторые белки, нуклеиновые кислоты, липиды, а также биомембраны.

Пробиотические препараты могут оказывать протективное действие на токсичные элементы, снижая их содержание в организме, а также обладают биоактивными свойствами, способными оказывать регулирующее влияние на интенсивность обменных процессов, усиливать функциональную активность органов и систем организма, повышая уровень естественной резистентности сельскохозяйственной птицы [26, p. 63].

Бифидобактерии широко известны как классические пробиотические микроорганизмы. Благоприятное влияние бифидобактерий на организм хозяина велико и разнообразно. Они участвуют в ферментативных процессах, выполняют витаминообразующую функцию (синтез витаминов группы В, витамина К, фолиевой и никотиновой кислот), улучшают показатели белкового, липидного и минерального обмена, способствуют синтезу незаменимых аминокислот, лучшему усвоению солей кальция, витамина D и др. [27, p. 42].

В свою очередь, *Bifidobacterium longum* относится к эндогенной (аутохтонной, резидентной, облигатной) микрофлоре – постоянной части, нормофлоры, играющей важную роль в метаболизме хозяина, защите организма от инфекции [28, p. 36]. Для этой группы микроорганизмов, характерны связующее и инактивирующее действие в отношении токсических элементов и способность к усвоению эссенциальных.

Таким образом, в нашем случае пробиотический штамм *Bifidobacterium longum* оказывает селективное влияние на выведение токсичных элементов и накопление макроэлементов в биосубстратах исследуемых цыплят-бройлеров.

Благодарности (Acknowledgements)

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 20-16-00078).

Библиографический список (References)

- Garg N., Abdel-Aziz S., Aeron A. Microbes in food and health // Springer International Publishing. 2016. No. 1. P. 362. DOI: 10.1007/978-3-319-25277-3.
- Lu L., Liao X., Luo X. Nutritional strategies for reducing nitrogen, phosphorus and trace mineral excretions of livestock and poultry // Journal of Integrative Agriculture. 2017. No. 16 (12). Pp. 2815–2833. DOI: 10.1016/S2095-3119(17)61701-5.
- He Y., Chen Z., Liu X. Influence of trace elements mixture on bacterial diversity and fermentation characteristics of liquid diet fermented with probiotics under air-tight condition // PLoS ONE. 2014. No. 9 (12). DOI: 10.1371/journal.pone.0114218.
- Khan R., Rahman Z., Javed I., Muhammad F. Serum antioxidants and trace minerals as influenced by vitamins, probiotics and proteins in broiler breeders // Journal of Applied Animal Research. 2014. No. 42 (3). Pp. 249–255. DOI: 10.1080/09712119.2013.822815.

5. Feng P., et al. A review on gut remediation of selected environmental contaminants: Possible roles of probiotics and gut microbiota // *Nutrients*. 2019. No. 11. DOI: 10.3390/nu11010022.
6. Musawi A. M., et al. The growth potential and bioaccumulation ability of probiotics under the exposure of different heavy metals // *Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science*. 2019. No. 42. Pp. 305–314.
7. Zhai Q., Narbad A., Chen W. Dietary strategies for the treatment of cadmium and lead toxicity // *Nutrients*. 2015. No. 7. Pp. 552–571.
8. Foligné B. Probiotics and heavy metals. *Journal of Pediatric // Gastroenterology & Nutrition*. 2016. No. 63. P. 42.
9. Miroshnikov S., Kvan O., Duskaev G., Rusakova E., Davydova N. Endogenous losses of chemical elements in the digestive tract and their correction // *Modern Applied Science*. 2015. No. 9 (9). Pp. 72–79.
10. Kvan O., Gavrish I., Lebedev S., Korotkova A., Miroshnikova E., Bykov A., Serdaeva V., Davydova N. Effect of probiotics on the basis of *Bacillus subtilis* and *Bifidobacterium longum* on the biochemical parameters of the animal organism // *Environmental Science and Pollution Research*. 2018. No. 25 (3). Pp. 2175–2183.
11. Order No. 755 on 12.08.1977 the USSR Ministry of Health.
12. National Academy Press Washington, D.C. 1966.
13. Deryabina D. G., Efremova L. V., Karimov I. F., Manukhov I. V., Gnuchikh E. Y., Miroshnikov S. A. Comparative Sensitivity of the Luminescent *Photobacterium phosphoreum*, *Escherichia coli*, and *Bacillus subtilis* Strains to Toxic Effects of Carbon-Based Nanomaterials and Metal Nanoparticles // *Microbiology*. 2016. No. 85 (2). Pp. 177–186.
14. Boyaval P. Lactic acid bacteria and metal ions // *Dairy Science & Technology*. 1989. No. 2. Pp. 87–113.
15. Ravindran V. Feed-induced specific ileal endogenous amino acid losses: Measurement and significance in the protein nutrition of monogastric animals // *Animal Feed Science and Technology*. 2016. No. 221. Pp. 304–313. DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2016.05.013.
16. Cerrate S., Vignale S. K., Ekmay R., England J., Coon C. Effect of dietary nutrients on ileal endogenous losses of threonine, cysteine, methionine, lysine, leucine and protein in broiler chicks // *Animal*. 2018. No. 12 (4). Pp. 684–691. DOI: 10.1017/S1751731117002166.
17. Cowieson, A. J., Acamovic, T., Bedford, M. R. The effects of phytase and phytic acid on the loss of endogenous amino acids and minerals from broiler chickens // *British Poultry Science*. 2004. No. 45 (1). Pp. 101–108. DOI: 10.1080/00071660410001668923.
18. Adeola O., Xue P. C., Cowieson A. J., Ajuwon K. M. Basal endogenous losses of amino acids in protein nutrition research for swine and poultry // *Animal Feed Science and Technology*. 2016. No. 221. Pp. 274–283. DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2016.06.004.
19. Schweer W. P., Patience J. F., Burrough E. R., Kerr B. J., Gabler N. K. Impact of PRRSV infection and dietary soybean meal on ileal amino acid digestibility and endogenous amino acid losses in growing pigs // *Journal of Animal Science*. 2018. No. 96 (5). Pp. 1846–1859. DOI: 10.1093/jas/sky093.
20. Starck C. S., Wolfe R. R., Moughan P. J. Endogenous Amino Acid Losses from the Gastrointestinal Tract of the Adult Human – A Quantitative Model // *Journal of Nutrition*. 2018. No. 148 (11). Pp. 1871–1881. DOI: 10.1093/jn/nxy162.
21. Bikker P., Van Der Peet-Schwering C. M. C., Gerrits W. J. J., Sips V., Walvoort C., Van Laar H. Endogenous phosphorus losses in growing-finishing pigs and gestating sows // *Journal of Animal Science*. 2017. No. 95 (4). Pp. 1637–1643. DOI: 10.2527/jas2016.1041.
22. Chen Y., Wang Z., Ding J., Ming D., Wang W., Jiang Z., Wang F. Effects of dietary fiber content and different fiber-rich ingredients on endogenous loss of fat and fatty acids in growing pigs // *Journal of Animal Science and Biotechnology*. 2019. No. 10 (1). DOI: 10.1186/s40104-019-0348-3.
23. Nyachoti C. M., De Lange C. F. M., McBride B. W., Schulze H. Significance of endogenous gut nitrogen losses in the nutrition of growing pigs: A review // *Canadian Journal of Animal Science*. 1997. No. 77 (1). Pp. 149–163. DOI: 10.4141/A96-044.
24. Ouwehand A. C., Forssten S., Hibberd A. A., Lyra A., Stahl B. Probiotic approach to prevent antibiotic resistance // *Ann Med*. 2016. No. 48 (4). Pp. 246–255. DOI: 10.3109/07853890.2016.1161232.
25. Nandi et al Probiotics and antimicrobial Proteins. 2017. No. 10. Pp. 391–398.
26. Podolian J. Effect of probiotics on the chemical, mineral, and amino acid composition of broiler chicken meat // *Ukrainian Journal of Ecology*. 2017. No. 7 (1). Pp. 61–65. DOI: 10.15421/20178.
27. Erdogan Z., Erdogan S., Aslantas O. Effects of dietary supplementation of synbiotics and phytobiotics on performance, caecal coliform population and some oxidant/antioxidant parameters of broilers // *The Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 2010. No. 94 (5). Pp. 40–48.
28. Contreras H., Chim N., Credali A., Goulding C. W. Heme uptake in bacterial pathogens // *Current Opinion in Chemical Biology*. 2014. No. 34–41. DOI: 10.1016/j.cbpa.2013.12.014.

Об авторах:

Ольга Вилориевна Кван¹, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник отдела кормления сельскохозяйственных животных и технологии кормов им. С. Г. Леушина, ORCID 0000-0003-0561-7002, AuthorID 598614; +7 (3532) 30-81-70, kvan111@yandex.ru

Елена Владимировна Шейда¹, кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории биологических испытаний и экспертиз, ORCID 0000-0002-2586-613X, AuthorID 569299; 460000; +7 922 862-64-02, elena-snejjda@mail.ru

Галимжан Калиханович Дускаев¹, доктор биологических наук, заведующий отделом кормления сельскохозяйственных животных и технологии кормов им. С. Г. Леушина, ORCID 0000-0002-9015-8367, AuthorID 316084; +7 (3532) 30-81-70

Шамиль Гафиуллинович Рахматуллин¹, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник отдела кормления сельскохозяйственных животных и технологии кормов им. С. Г. Леушина, ORCID 0000-0003-0143-9499, AuthorID 614439; +7 (3532) 30-81-70

¹ Федеральний научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, Оренбург, Россия

Effect of the probiotic strain *Bifidobacterium longum* on the content of chemical elements in biological tissues of broiler chickens with a mineral-deficient diet

O. V. Kvan[✉], E. V. Sheyda¹, G. K. Duskaev¹, Sh. G. Rakhmatullin¹

¹ Federal Research Center for Biological Systems and Agricultural Technologies of the Russian Academy of Sciences, Orenburg, Russia

✉ E-mail: kwan111@yandex.ru

Abstract. The study is aimed at studying the effect of the probiotic strain *Bifidobacterium longum* on the content of chemical elements in the biological tissues of broiler chickens against the background of a mineral-deficient diet. **Methods.** The research was conducted on cross Arbor-Icers broiler chickens between the ages of 7 and 42 days old. From the 21-day-old age of chickens, two groups of 15 heads each were formed by the method of analogs, the studied bird was kept on a mineral-deficient diet. Poultry of the experimental group received a liquid probiotic preparation “Soy-bifidum” in a dosage of 0.7 ml/kg of feed. Features of the exchange of chemical elements were determined by studying the content of the elemental composition of the liver, thoracic and femoral muscles on 25 indicators. **Results and practical significance.** The additional inclusion of the probiotic strain in the diet contributes to the maximum elimination of toxic elements, thereby reducing the intoxication of the entire body. Thus, the probiotic strain *Bifidobacterium longum* contributed to a significant decrease of aluminium in the liver by on 34 % ($p = 0.048$), lead – 50 % ($p = 0.008$), tin – 67 % ($p = 0.0064$), aluminium in the thoracic muscles by 54.6 % ($p = 0.005$), and cadmium by 55.6 % ($p = 0.005$), cadmium in the femoral muscles by 50 % ($p = 0.006$), lead by 75 % ($p = 0.001$), strontium – 50 % ($p = 0.013$) compared to such values in the control group. **Scientific novelty.** There were described the features of elemental metabolism by 25 indicators of broiler chickens with the introduction of probiotic drugs against the background of a mineral-deficient diet for the first time.

Keywords: probiotic, broiler chickens, toxic elements, deficient diet.

For citation: Kvan O. V., Sheyda E. V., Duskaev G. K., Rakhmatullin Sh. G. Vliyanie probioticheskogo shtamma *Bifidobacterium longum* na sodержanie khimicheskikh elementov v biologicheskikh tkanyakh tsyplyat-broylerov pri mineraldefitsitnoy diete [Effect of the probiotic strain *Bifidobacterium longum* on the content of chemical elements in biological tissues of broiler chickens with a mineral-deficient diet] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2020. Special issue “Biology and biotechnologies”. Pp. 28–34. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-14-28-34. (In Russian.)

Paper submitted: 23.10.2020.

Authors' information:

Olga V. Kvan¹, candidate of biological sciences, senior researcher of the department of animal feeding and feed technology named after S. G. Leushin, ORCID 0000-0003-0561-7002, AuthorID 598614; +7 (3532) 30-81-70, kwan111@yandex.ru

Elena V. Sheyda¹, candidate of biological sciences, research associate of the laboratory of biological tests and expertise, ORCID 0000-0002-2586-613X, AuthorID 569299; +7 922 862-64-02, elena-snejjda@mail.ru

Galimzhan K. Duskaev¹, doctor of biological sciences, head of the department of animal feeding and feed technology named after S. G. Leushin, ORCID 0000-0002-9015-8367, AuthorID 316084; +7 (3532) 30-81-70

Shamil G. Rakhmatullin¹, candidate of biological sciences, senior researcher of the department of animal feeding and feed technology named after S. G. Leushin, ORCID 0000-0003-0143-9499, AuthorID 614439; +7 (3532) 30-81-70

¹ Federal Research Center for Biological Systems and Agrotechnology of the Russian Academy of Sciences, Orenburg, Russia