

УДК 577.17:591.11:636.5

**Характеристики метаболизма цыплят-бройлеров на фоне совместного использования культуры *Bifidobacterium longum* и наночастиц меди**

**Е.П. Мирошникова<sup>1,2</sup>, В.А. Сердаева<sup>1,2</sup>, М.С. Мирошникова<sup>1</sup>, И.А. Руденков<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет»

<sup>2</sup> ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт мясного скотоводства»

**Аннотация.** В статье представлены результаты экспериментального исследования с целью изучения морфологических и биохимических параметров цыплят-бройлеров при использовании в кормлении культуры *Bifidobacterium longum* и наночастиц меди.

Исследования проводились на цыплятах-бройлерах кросса «Смена 8». Для проведения исследования в недельном возрасте было отобрано 120 цыплят, которых методом пар-аналогов разделили на 4 группы (n=30). По истечению подготовительного периода (1 неделя) перевели на режим основного учётного периода, предполагавшего содержание цыплят контрольной группы на основном рационе. I опытная группа дополнительно к основному рациону получала препарат соя-бифидум в дозировке 0,7 мл/кг корма, II опытная – соя-бифидум (0,7 мл/кг) и наночастицы меди (1,7 мг/кг), III опытная – наночастицы меди (1,7 мг/кг). В эксперименте использован препарат соя-бифидум производства ООО «НПФ «Экобиос» (г. Оренбург) с содержанием не менее 10<sup>9</sup> клеток *Bifidobacterium longum* и препарат наночастиц меди (НЧ-Cu), произведённый ООО «Платина» (г. Москва) методом плазмохимического синтеза (d=55±15 нм; ζ = 31±0,1 мВ, Суд = 9±0,8 м2/г).

Продолжительность основного учётного периода составила 28 суток. С целью изучения гематологических особенностей подопытной птицы в возрасте 14, 28, 42 суток были взяты образцы крови и исследованы основные биохимические и морфологические параметры.

В соответствии с полученными результатами двухнедельное скормливание соя-бифидум сопровождалось достоверным повышением содержания в крови: лейкоцитов – на 22,6 %, лимфоцитов – на 26,2 %, гемоглобина – на 10,2 %. Скармливание наночастиц меди приводило к достоверному повышению концентрации лимфоцитов на 28,9 % и гемоглобина – на 15,5 %. Совместное скормливание препаратов сопровождалось аналогичными результатами.

Впервые в исследованиях выявлено снижение содержания триглицеридов в крови 28-суточных цыплят в 2,5 раза, 42-суточных – в 2,2 раза при совместном применении пробиотика и наночастиц. Во II и III опытных группах в конце эксперимента отмечалось снижение общего билирубина на 44,1 и 38,1 % соответственно.

Использование в кормлении наночастиц меди сопровождается развитием токсикозов, что подтверждается изменениями активности креатинкиназы и ЛДГ. В эксперименте выявлено действие препарата наночастиц, которое характеризуется повышением концентрации гамма-глутамилтрансферазы. Гематологические показатели цыплят-бройлеров при совместном скормливании пробиотика и наночастиц не отличаются от таковых при раздельном их использовании.

**Ключевые слова:** цыплята-бройлеры, наночастицы меди, пробиотик, *Bifidobacterium longum*, морфологический и биохимический составы крови.

**Введение.**

По различным оценкам мировой рынок пробиотиков в 2015 году достиг 33,19 млрд долларов США и, как ожидается, к 2020 году превысит 46 млрд долларов со среднегодовым темпом роста около 7,0 % [1]. Столь впечатляющий рост рынка пробиотиков во многом связан с уникальными свойствами этих добавок. Как известно, основное предназначение пробиотиков – восстанавливать и стабилизировать микрофлору кишечника. Между тем в последнее время установлено, что пробиотики могут быть использованы для профилактики онкологических заболеваний и приостановления процессов старения [2], борьбы с гиперхолестеринемией [3], профилактики желудочно-кишечных заболеваний [4]. Использование пробиотиков сопровождается выведением радионуклеотидов из организма [5], снижением риска атеросклероза [6].

Помимо включения пробиотиков в рацион человека, эти добавки всё более широко используются в животноводстве [7], в частности в птицеводстве [8] и аквакультуре [9].

В связи с перспективами использования пробиотиков в животноводстве особое значение имеют методы повышения эффективности этих кормовых добавок, в числе которых рассматривается оптимизация минерального питания животных [10]. Известно, что микрофлора оказывает влияние на обмен химических элементов в организме животных [11], в том числе через изменение эндогенных потерь [12]. Таким образом, использование пробиотических препаратов сопровождается изменением обмена целого ряда химических элементов в силу использования их для жизнедеятельности бактерий. Понимание этого побудило отдельных исследователей к совместному применению пробиотиков и минеральных веществ [13]. В настоящее время в качестве одного из основных источников эссенциальных химических элементов в рационе животных используются минеральные соли [14].

Однако по мере развития нанотехнологий становится очевидным, что в качестве источников перспективных компонентов рационов, содержащих пробиотики, могут стать наночастицы металлов-микроэлементов. Наночастицы металлов отличаются меньшей токсичностью [15], высокой биологической активностью [16] и т. д.

#### **Цель исследований.**

Изучение морфологических и биохимических параметров цыплят-бройлеров при использовании в кормлении культуры *Bifidobacterium longum* и наночастиц меди.

#### **Материалы и методы исследования.**

**Объект исследования.** 120 цыплят-бройлеров кросса «Смена-8» с 1- до 6-недельного возраста.

Пробиотический препарат: культура клеток *Bifidobacterium longum* в составе препарата соя-бифидум (свидетельство госрегистрации RU.77.99.11.003. E.000449.01.12 от 13.01.12); производство ООО «НПФ «Экобиос» (г. Оренбург) с содержанием не менее  $10^9$  клеток *Bifidobacterium longum*.

Препарат наночастиц меди (НЧ Cu), произведённый ООО «Платина» (г. Москва) методом плазмохимического синтеза ( $d=55\pm 15$  нм;  $\zeta = 31\pm 0,1$  мВ, Суд =  $9\pm 0,8$  м<sup>2</sup>/г).

Обслуживание животных и экспериментальные исследования были выполнены в соответствии с инструкциями и рекомендациями Russian Regulations, 1987 (Order No.755 on 12.08.1977 the USSR Ministry of Health) and «The Guide for Care and Use of Laboratory Animals (National Academy Press Washington, D.C. 1996)». При выполнении исследований были предприняты усилия, чтобы свести к минимуму страдания животных и уменьшения количества используемых образцов.

**Схема эксперимента.** Материаловедческая аттестация препаратов (размер частиц, полидисперсность, объёмность, количественное содержание фракций, площадь поверхности) включала электронную сканирующую, просвечивающую и атомно-силовую микроскопию с использованием LEX T OLS4100, JSM 7401F, JEM-2000FX («JEOL», Япония). Размерное распределение частиц исследовалось на анализаторе наночастиц Brookhaven 90Plus/BIMAS Zeta PALS и Photocor Compact («Фотокор», Россия).

Для проведения исследований были отобраны 120 недельных цыплят-бройлеров, из числа которых методом пар-аналогов сформированы 4 группы. Исследования проводили в условиях экспериментально-биологической клиники (вивария) Оренбургского государственного университета. По истечению подготовительного периода (7 суток) цыплята были переведены на условия основного учётного периода, предполагавшего содержание контрольной группы на основном рационе (ОР), I опытной – с добавлением соя-бифидум в дозировке 0,7 мл/кг корма, II опытной – соя-бифидум (0,7 мл/кг корма) + (НЧ Cu) в дозировке 1,7 мг/кг корма, III опытной – НЧ Cu (1,7 мг/кг корма). Продолжительность основного учётного периода составила 28 суток. С недельного до 4-недельного возраста птица получала стартовый комбикорм, в последующем – ростовой.

В состав стартового комбикорма входили: пшеница 187 г/кг; кукуруза 400 г; шрот подсолнечный 100 г; шрот соевый 150 г; жмых подсолнечный 48 г; масло подсолнечное 50 г; премикс вит./мин. 30 г; соль поваренная 3 г; монокальций фосфат 12 г; известняковая мука 13 г; DL-метионин (98,5 %) 1 г; монохлоргидрат лизина (98 %) 4,7 г; сода пищевая 1 г. В составе стартового комбикорма содержалось: сырого протеина 19,87 %, обменной энергии 12,78 МДж/кг. В состав ростового комбикорма входили: пшеница 374 г/кг; ячмень 150 г; кукуруза 150 г; шрот подсолнеч-

ный 70; шрот соевый 140; масло подсолнечное 50; премикс вит./мин. 30; соль поваренная 3; монокальций фосфат 12; известняковая мука 13; DL-метионин (98,5 %) 1,6 монохлоридат лизина (98 %) 5; сода пищевая 1 г. В составе ростового комбикорма содержалось: сырого протеина 18,37 %, обменной энергии 12,65 МДж/кг.

С целью изучения гематологических особенностей подопытной птицы в возрасте 14, 28, 42 суток были проведены контрольные убои по методике ВНИТИПа. До убоя птицу не кормили 12 часов, не поили 4 ч. Среди морфологических показателей крови были исследованы: эритроциты ( $10^{12}/л$ ), лейкоциты ( $10^9/л$ ), гемоглобин (г/л), гематокрит (%). В сыворотке крови определяли: АлАТ (Ед/л), АсАТ (Ед/л), ЛДГ (Ед/л) (оптический тест Варбурга) и др.

**Оборудование и технические средства.** Исследования проводились по стандартизированным методикам в Испытательном центре ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт мясного скотоводства» (аттестат аккредитации № RA.RU.21ПФ59 от 02.12.2015 г.). Определение морфологических и биохимических показателей крови проводили с использованием автоматического гематологического анализатора «URIT-2900 Vet Plus» (URIT Medical, Китай) и автоматического биохимического анализатора «DIRUI CS-T240» (Китай, DURIT Industrial Co., Ltd). Для работы на анализаторах использовали стандартные наборы реактивов.

**Статистическая обработка.** Статистическую обработку полученных данных проводили с использованием программного пакета «Statistica 10.0» («Stat Soft Inc.», США). Проверка соответствия полученных данных нормальному закону распределения определялась при помощи критерия согласия Колмогорова.

Гипотеза о принадлежности данных нормальному распределению подтверждена во всех случаях с вероятностью 95 %, что даёт обоснование применять параметрические процедуры обработки статистических совокупностей.

#### Результаты исследования.

Исследования морфологического состава крови выявили повышение содержания лейкоцитов (табл. 1) в 28-суточном возрасте в I опытной группе на 22,6 % ( $P < 0,05$ ), во II опытной – на 23,8 % ( $P < 0,05$ ). Это сопровождалось достоверным повышением концентрации лимфоцитов в I опытной группе на 26 % ( $P < 0,01$ ), во II опытной – на 28,9 % ( $P < 0,01$ ), в III – на 26,6 % ( $P < 0,05$ ). В тоже время в конце эксперимента содержание лейкоцитов и лимфоцитов в крови цыплят контрольной и опытных групп статистически отличалось незначительно. Введение препаратов сопровождалось повышением содержания гемоглобина в I опытной группе на 10,2 % ( $P < 0,05$ ), во II опытной – на 16,5 % ( $P < 0,05$ ), в III группе – на 15,5 % ( $P < 0,05$ ) в 28-суточном возрасте.

Таблица 1. Морфологический состав крови подопытных цыплят-бройлеров

Показатель	Группа	Возраст цыплят-бройлеров, сутки		
		14	28	42
Лейкоциты (WBC), $10^9/л$	Контрольная		64,2±2,4	77,5±3,7
	I опытная	61,67±3,79	78,8±3,7*	80,4±3,2
	II опытная		79,5±5,87*	85,4±11,42
	III опытная		68,0±1,99	68,8±3,38
Лимфоциты (Lym), $10^9/л$	Контрольная		58,5±21,14	73,6±3,35
	I опытная	58,03±17,40	73,8±3,30**	75,3±2,92
	II опытная		75,4±0,85**	79,5±9,49
	III опытная		74,1±1,93*	65,5±2,80
Эритроциты (RBC), $10^{12}/л$	Контрольная		1,56±0,12	2,01±0,18
	I опытная	1,71±0,32	1,85±0,09	1,92±0,04
	II опытная		1,89±0,03	2,00±0,20
	III опытная		1,85±0,05	1,76±0,07
Гемоглобин (HGB), г/л	Контрольная		101,3±3,18	126,3±5,24
	I опытная	98,67±16,05	111,7±2,33*	126,7±5,93
	II опытная		118,0±3,21*	130,3±13,09
	III опытная		117,0±3,06*	109,7±3,84

Продолжение 1 таблицы

Показатель	Группа	Возраст цыплят-бройлеров, сутки		
		14	28	42
Гематокрит (НСТ), %	Контрольная		17,03±6,52	24,80±1,71
	I опытная	20,63±3,58	23,63±0,65	25,07±1,15
	II опытная		24,07±0,87	25,63±2,80
	III опытная		23,70±0,70*	20,77±0,67
Средний объём тромбоцитов (MPV), фл	Контрольная		19,80±0,10	20,73±0,83
	I опытная	16,97±1,49	17,00±0,85	20,63±0,60
	II опытная		19,67±1,04	20,10±1,31
	III опытная		20,00±1,22	19,73±0,88
Относительная ширина распределения тромбоцитов (PDW), фл	Контрольная		11,30±0,50	17,93±2,11
	I опытная	15,07±2,00	17,23±2,88	19,67±3,65
	II опытная		16,87±2,13	14,97±0,52
	III опытная		16,07±0,13	17,00±1,56

Примечание: \* – P&lt;0,05; \*\* – P&lt;0,01

Совместное применение пробиотика и наночастиц сопровождалось снижением содержания триглицеридов в крови 28-суточных цыплят в 2,5 раза (P<0,01), 42-суточных – в 2,2 раза (P<0,05). Во II и III опытных группах в конце эксперимента отмечалось снижение общего билирубина на 44,1 (P<0,001) и 38,1 % (P<0,05) соответственно (табл. 2).

Таблица 2. Биохимический состав крови подопытных цыплят-бройлеров

Показатель	Группа	Возраст цыплят-бройлеров, сутки		
		14	28	42
Билирубин общий, мкмоль/л	Контрольная		20,3±0,64	21,2±2,91
	I опытная	20,60±0,28	20,6±0,25	15,7±5,33
	II опытная		21,2±0,08	14,7±0,18***
	III опытная		20,7±0,11	15,4±0,15*
Билирубин прямой, мкмоль/л	Контрольная		0,75±0,14	0,69±0,14
	I опытная	0,75±0,20	0,55±0,07	0,68±0,03
	II опытная		0,63±0,06	0,48±0,03
	III опытная		0,57±0,03	0,63±0,20
Холестерин, ммоль/л	Контрольная		4,50±0,37	4,59±0,08
	I опытная	4,77±0,47	4,91±0,15	4,85±0,09
	II опытная		4,59±0,43	4,67±0,53
	III опытная		4,91±0,13	4,47±0,05
Триглицериды, ммоль/л	Контрольная		0,69±0,19	0,39±0,14
	I опытная	0,92±0,54	0,35±0,04	0,38±0,07
	II опытная		0,28±0,01**	0,18±0,02*
	III опытная		0,34±0,04	0,36±0,02
Мочевина, ммоль/л	Контрольная		1,80±0,10	1,40±0,06
	I опытная	1,90±0,01	1,70±0,06	1,30±0,06
	II опытная		1,60±0,06	2,07±0,15
	III опытная		1,63±0,03	1,57±0,27
Креатинин, мкмоль/л	Контрольная		15,30±3,80	17,20±1,61
	I опытная	19,95±2,55	17,17±1,27	16,97±0,79
	II опытная		17,40±1,27	15,67±0,56
	III опытная		16,73±1,30	16,97±0,83

Примечание: \* – P&lt;0,05; \*\* – P&lt;0,01; \*\*\* – P&lt;0,001

Исследования состава крови выявили изменения активности целого ряда ферментативных систем. В частности, нами отмечалось снижение активности АСТ в 28-суточном возрасте в I опытной группе на 77 %, во II опытной – в 2,7 раза, в III опытной – на 74 %. Креатинкиназа в крови 28-суточных цыплят III опытной группы повышалась на 61 %. Тогда как в 42-суточном возрасте отмечалось снижение активности этого фермента во II опытной группе на 24,6 %, в III опытной – на 8,4 %. ЛДГ в 28-суточном возрасте во II опытной группе характеризовалась снижением на 34,5 % (табл. 3).

Таблица 3. Биохимический состав крови подопытных цыплят-бройлеров

Группа	Возраст цыплят-бройлеров, сутки		
	14	28	42
<b>АЛТ, Ед/л</b>			
Контрольная		19,5±10,46	16,8±7,34
I опытная	27,9±5,92	21,9±2,01	21,8±2,14
II опытная		23,5±2,63	14,1±1,83
III опытная		20,3±1,87	17,5±2,45
<b>АСТ, Ед/л</b>			
Контрольная		76,9±32,27	42,5±29,97
I опытная	44,17±3,12	43,4±18,18**	34,0±10,38
II опытная		28,4±7,04***	61,2±29,74*
III опытная		44,2±6,60*	49,3±7,34
<b>ГГТ, Ед/л</b>			
Контрольная		19,3±0,33	12,3±0,67
I опытная	14,9±0,05	18,3±2,33	19,7±0,67**
II опытная		18,0±2,08	15,7±0,67
III опытная		18,3±1,76	17,7±0,33*
<b>Креатинкиназа, Ед/л</b>			
Контрольная		3 173±430	6 196±441
I опытная	3 285±341	4 685±582	5 618±76
II опытная		5 099±522	4 970±788*
III опытная		5 125±425*	5 715±430*
<b>ЛДГ, Ед/л</b>			
Контрольная		2 007±214	2 676±261
I опытная	1050±4,5	1 681±349	1 805±208
II опытная		1 492±73*	1 759±262
III опытная		1 201±88*	1 697±75*

Примечание: \* –  $P \leq 0,05$ ; \*\* –  $P \leq 0,01$ ; \*\*\* –  $P \leq 0,001$

### Обсуждение полученных результатов.

Практика всё более широкого использования пробиотиков в животноводстве обосновывает необходимость разработки комплекса мер по повышению эффективности этих кормовых добавок. Известны исследования по комплексному применению пробиотиков с антибиотиками [17], с наночастицами, в том числе при лечении кандидозной инфекции [18] и др.

Эффективность пробиотических препаратов в питании животных повышается при коррекции рационов по химическим элементам, что в частности может быть достигнуто через использование наночастиц металлов-микроэлементов [13]. В связи с этим целью нашей работы являлось изучение морфологических и биохимических параметров цыплят-бройлеров при использовании в кормлении культуры *Bifidobacterium longum* и наночастиц меди. Как следует из полученных результатов, скармливание наночастиц меди сопровождалось достоверными изменениями содержания в крови лейкоцитов и лимфоцитов, что согласуется с ранее полученными результатами [19]. Между тем в исследованиях мы зафиксировали повышение концентрации гамма-

глутамилтрансферазы под действием наночастиц меди после 28 суток скармливания. Ранее в аналогичных исследованиях по оценке действия наночастиц на организм выявлены сходные эффекты по повышению концентрации гамма-глутамилтрансфераза [20].

Следует отметить, что в отличие от ранее проведённых исследований [3] в нашем эксперименте не отмечалось изменение содержания холестерина в крови цыплят-бройлеров.

Совместное использование наночастиц и пробиотика сопровождалось достоверным снижением содержания триглицеридов в крови. Данный факт трудно объяснить и может быть обусловлен метаболической перестройкой при активном использовании триглицеридов в тканях. Это не соответствует ранее полученным фактам. Действие наночастиц на организм животного сопровождается повышением концентрации триглицеридов в крови [21].

#### **Выводы.**

Использование наночастиц меди и культуры *Bifidobacterium longum* в кормлении цыплят-бройлеров сопровождается изменениями в картине крови. При этом действие наночастиц меди сопровождается изменениями активности креатинкиназы, ЛДГ и повышением концентрации гамма-глутамилтрансферазы. Гематологические показатели цыплят-бройлеров при совместном скармливании пробиотика и наночастиц не отличаются от таковых при раздельном их использовании.

#### **Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 14-16-00060.**

#### Литература

1. Application of Probiotics for the Production of Safe and High-quality Poultry Meat / Y.H. Park, F. Hamidon, C. Rajangan, K.P. Soh, C.Y. Gan, T.S. Lim, W.N. Abdullah, M.T. Liong // *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*. 2016. V. 36(5). P. 567-576.
2. Effects of dietary fructooligosaccharide on digestive enzyme activities, intestinal microflora and morphology of male broilers / Z.R. Xu, C.H. Hu, M.S. Xia, X.A. Zhan, M.Q. Wang // *Poultry Science*. 2003. V. 82(6). P. 1030-1036.
3. Choi S.B. Probiotics and the BSH-related cholesterol lowering mechanism: a Jekyll and Hyde scenario / S.B. Choi, L.C. Lew, S.K. Yeo, S. Nair Parvathy M.T. Liong // *Critical Reviews in Biotechnology*. 2015. V. 35(3). P. 392-401.
4. Малик Е. Пробиотики в профилактике желудочно-кишечных болезней свиней // *Главный зоотехник*. 2007. № 11. С. 49-51.
5. Пробиотики в борьбе с радионуклидами / Л.Н. Гамко, И.И. Сидоров, И.О. Лумисте, О.В. Дутова // *Свиноводство*. 2011. № 7. С. 44-47.
6. Герасименко В.В. Холестерин микроорганизма и пробиотики // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2004. № 3-1. С. 154-156.
7. Crittenden R. Probiotic research in Australia, New Zealand and the Asia-Pacific region / R. Crittenden, A.R. Bird, P. Gopal, A. Henriksson, Y.K. Lee, M.J. Playne // *Current Pharmaceutical Design*. 2005. V. 11(1). P. 37-53.
8. Пышманцева Н.А., Ковехова Н.П., Савосько В.А. Пробиотики повышают рентабельность птицеводства // *Птицеводство*. 2011. № 2. С. 36-38.
9. Пробиотики в аквакультуре / Е.А. Котова, Н.А. Пышманцева, Д.В. Осепчук, А.А. Пышманцева, Л.Н. Тхакушинова // *Сборник научных трудов Всероссийского научно-исследовательского института овцеводства и козоводства*. Ставрополь, 2012. Т. 3. № 1-1. С. 100-103.
10. Пробиотики на основе *Bacillus subtilis* и неорганическая форма селена как стимуляторы роста мясных гусей / А.И. Шевченко, Г.А. Ноздрин, А.Б. Иванова, А.И. Лемяк // *Вестник Новосибирского государственного аграрного университета*. 2010. № 15. С. 105-108.
11. Мирошников С.А., Кван О.В., Нуржанов Б.С. Роль нормальной микрофлоры в минеральном обмене животных // *Вестник Оренбургского государственного университета*. 2010. № 6. С. 81-83.

12. Влияние перорального приёма препарата *Bifidobacterium longum* на величину эндогенных потерь ионов тяжёлых металлов / С.А. Мирошников, О.В. Кван, Д.Г. Дерябин, С.В. Нотова // Вестник Оренбургского государственного университета. 2005. № S2-2. С. 44-46.
13. Кван О.В. Действие пробиотических препаратов на основе культур *Bacillus subtilis* и *Bifidobacterium longum* на продуктивность, обмен веществ и минеральный статус организма кур-несушек: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Оренбург, 2007. 23 с.
14. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных: справ. пособие / А.П. Калашников, В.И. Фисинин, В.В. Щеглов, Н.И. Клейменов. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Агропромиздат, 2003. 456 с.
15. Изучение безопасности введения наночастиц меди с различными физико-химическими характеристиками в организм животных / О.А. Богословская, Е.А. Сизова, В.С. Полякова, С.А. Мирошников, И.О. Лейпунский, И.П. Ольховская, Н.Н. Глущенко // Вестник Оренбургского государственного университета. 2009. № 2. С. 124-127.
16. Influence of  $cu10x$  copper nanoparticles intramuscular injection on mineral composition of rat spleen / E. Sizova, S. Miroshnikov, A. Skalny, N. Glushchenko // Journal of Trace Elements in Medicine and Biology. 2011. V. 25 (Suppl 1). S. 84-89.
17. Захаренко С.М. Антибиотики и пробиотики: конкуренты или синергисты? // РМЖ. 2013. Т. 21. № 13. С. 705-708.
18. Bandara H.M., Matsubara V.H., Samaranyake L.P. Future therapies targeted towards eliminating *Candida* biofilms and associated infections // Expert Review of Anti-infective Therapy. 2017. Mar;15(3):299-318. doi: 10.1080/14787210.2017.1268530. Epub 2016 Dec 16.
19. Яушева Е.В., Мирошников С.А., Кван О.В. Оценка влияния наночастиц металлов на морфологические показатели периферической крови животных // Вестник Оренбургского государственного университета. 2013. № 12. С. 203-207.
20. Toxicological effects of cationic nanobubbles on the liver and kidneys: biomarkers for predicting the risk / T.L. Pan, P.W. Wang, S.A. Al-Suwayeh, Y.J. Huang, J.Y. Fang // Food and Chemical Toxicology. 2012. V. 50(11). P. 3892-3901.
21. Miroshnikov S.A. Comparative assessment of effect of copper nano- and microparticles in chicken. / S.A. Miroshnikov, E.V. Yausheva, E.A. Sizova, E.P. Miroshnikova, V.I. Levahin // Oriental Journal of Chemistry. 2015. T. 31. № 4. P. 2327-2336.

**Мирошникова Елена Петровна**, доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой биотехнологии животного сырья и аквакультуры факультета прикладной биотехнологии и инженерии ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», 460018, г. Оренбург, пр. Победы, 13; ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт мясного скотоводства», 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, сот.: 8-912-350-77-88, e-mail: elenaakva@rambler.ru

**Сердаева Виктория Алексеевна**, магистрант кафедры биотехнологии животного сырья и аквакультуры факультета прикладной биотехнологии и инженерии ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», 460018, г. Оренбург, пр. Победы, 13; ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт мясного скотоводства», 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, сот.: 8-932-536-45-21, e-mail: serdaeva2011@yandex.ru

**Мирошникова Мария Сергеевна**, студент кафедры биотехнологии животного сырья и аквакультуры факультета прикладной биотехнологии и инженерии ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», 460018, г. Оренбург, пр. Победы, 13, сот.: 8-9228-67-57-10, e-mail: mary-zayka@mail.ru

**Руденков Иван Анатольевич**, студент кафедры биотехнологии животного сырья и аквакультуры факультета прикладной биотехнологии и инженерии ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», 460018, г. Оренбург, пр. Победы, 13, сот.: 8-9226-25-57-46, e-mail: aqua925746@gmail.com

Поступила в редакцию 5 апреля 2017 года

UDC 577.17:591.11:636.5

**Miroshnikova Elena Petrovna<sup>1,2</sup>, Serdaeva Victoria Alexeyevna<sup>1,2</sup>, Miroshnikova Maria Sergeevna<sup>1</sup>, Rudenkov Ivan Anatolevich<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> FSBEI HE «Orenburg State University», e-mail: elenaakva@rambler.ru

<sup>2</sup> FSBSI «All-Russian Research Institute of Beef Cattle Breeding», e-mail: vniims.or@mail.ru

**Metabolism characteristics of broiler chickens against the background of using *Bifidobacterium longum* and copper nanoparticles**

**Summary.** The article presents the results of an experimental study aimed to analyze morphological and biochemical parameters of broiler chickens when using *Bifidobacterium longum* and copper nanoparticles in feeding

Studies were carried out on broiler chickens «Smena 8». 4 groups of broiler chicks were formed from 120 animals of 1-week age by method of pair-analogues (n=30). After the preparatory period (1 week), they were transferred to the main record period, it was assumed to keep the control group chickens on the basic diet. In addition to the main diet, I experimental group received a soybean bifidum preparation at a dosage of 0,7 ml/kg of feed, II group – soybean bifidum (0,7 ml/kg) and copper nanoparticles (1,7 mg/kg), III group – copper nanoparticles (1,7 mg/kg). In the experiment, a soybean-bifidum preparation produced by OOO NPF «Eco-bios» (Orenburg) with a content of at least 10<sup>9</sup> *Bifidobacterium longum* and copper nanoparticle preparation (Cu NPs) produced by LLC «Platinum» (Moscow) by plasmochemical synthesis (d=55±15 nm, ζ=31±0,1 mV, S specific area=9±0,8 m<sup>2</sup>/g).

The duration of the main record period was 28 days. To study the hematological peculiarities of the experimental birds at the age of 14, 28, 42 days, blood samples were taken and the main biochemical and morphological parameters were studied.

In accordance with the obtained results, two-week feeding with soybean bifidum was accompanied by a significant increase of: leukocytes – by 22,6 %, lymphocytes – by 26,2 %, hemoglobin – by 10,2 %. Feeding with copper nanoparticles led to a significant increase in lymphocyte concentration by 28,9 % and hemoglobin – by 15,5 %. Joint feeding of drugs was accompanied by similar results.

For the first time in studies, it was revealed that content of triglycerides in blood of 28-day chickens decreased by 2,5, 42-day chickens by – 2,2 after the combined use of a probiotic and nanoparticles. The total bilirubin decreased by 44,1 % and 38,1 % in II and III experimental groups, respectively, at the end of the experiment.

The use of copper nanoparticles in feeding is accompanied by the development of toxicoses, which is confirmed by changes in the activity of creatine kinase and LDH. In the experiment, the effect of nanoparticle preparation is revealed, which is characterized by an increase in the concentration of gamma-glutamyl transferase. Hematologic parameters of broiler chickens in joint feeding with probiotic and nanoparticles do not differ from those for separate use.

**Key words:** broiler chicken, copper nanoparticles, probiotic, *Bifidobacterium longum*, morphological and biochemical compositions of blood.