

ВЛИЯНИЕ ПРОБИОТИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ И НАНОМЕДИ НА ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ ЦЫПЛЯТ

Обеспечение микробиоты животных в химических элементах решается через введение в рацион минеральных солей отдельных микроэлементов и их комплексов. Однако по мере развития нанотехнологий оказалось более целесообразным комбинировать дачу пробиотических препаратов совместно с ультрадисперсными препаратами микроэлементов.

Изучалось совместное применение пробиотика Ветом 1.1. (*Bacillus subtilis*-штамм ВКПМ В-7092) и ультрадисперсных частиц меди (УДЧ Cu) ($d = 55 \pm 15$ нм) на цыплятах-бройлерах кросса «Смена 8». Контрольная группа получала основной рацион, I опытная дополнительно к основному рациону получала УДЧ Cu в дозировке 1,7 мг/кг корма, II опытная – УДЧ Cu (1,7 мг/кг корма) и Ветом 1.1. (*Bacillus subtilis* штамм ВКПМ В-7092), в дозе 1,5 мг/кг корма. Как следует из полученных данных совместное скормливание двух препаратов сопровождалось достоверным повышением содержания общего белка в сыворотке крови, ростом параметров содержания глюкозы. Причем сочетанное действие препаратов сопровождалось достоверным повышением содержания в крови лимфоцитов и лейкоцитов.

Комбинированное действие двух препаратов в отличие от группы, получавшей только пробиотик, отличалось увеличением АЛТ. Тогда как скормливание Ветома было сопряжено снижением этого показателя. Уровень креатинкиназы в возрасте 28 суток был достоверно повышен во II опытной группе.

Проведенные исследования позволяют считать перспективным совместное использование УДЧ Cu и пробиотического препарата.

Ключевые слова: наночастицы, пробиотик, кровь, морфология, биохимия.

Существующей концепцией питания сельскохозяйственных животных предполагаются мероприятия по оптимизации микрофлоры желудочно-кишечного тракта, как необходимого условия максимального использования корма. В свою очередь, нарушение состава микрофлоры пищеварительного тракта ведет к уменьшению всасывания питательных веществ, вызывающему усиленную перистальтику, диарею и снижение переваримости корма [1]. Для нормализации биоты животных предложен целый ряд методов, в том числе включение в состав кормов пробиотиков [2], [3]. Использование пробиотиков в питании животных способствует развитию нормофлоры, которая заселяет желудочно-кишечный тракт и способствует нормализации процессов пищеварения и всасывания питательных веществ [4].

Применение пробиотиков позволяет повысить продуктивность животных, показано при лечении желудочно-кишечных заболеваний и способствует снижению заболеваемости молодняка [5]. Пробиотические препараты содержат живые микроорганизмы, ингибирующие рост патогенных микроорганизмов, обладают лакто- и бифидогенными свойствами, иммуномодулирующей активно-

стью, стимулируют ангиогенез, увеличивают регенераторную способность тканей, нормализуют липидный и углеводный обмены в организме [6], [7].

Между тем применение пробиотиков как носителей нормофлоры является малоэффективным без реализации комплекса мер, повышающих жизнеспособность бактериальных клеток, что достигается в том числе через использование веществ трофически связанных с микроорганизмами. К числу таких компонентов относятся и химические элементы [8], [9]. Так показано, что питательные среды для культивирования микроорганизмов должны содержать минеральные вещества, микрофлора способна инкорпорировать химические элементы из внешней среды, жизнедеятельность нормофлоры сопряжена с изменением биодоступности отдельных минеральных веществ для организма хозяина.

Традиционно вопрос обеспечения микробиоты животных в химических элементах решается через введение в рацион минеральных солей отдельных микроэлементов и их комплексов. Однако по мере развития нанотехнологий оказалось более целесообразным комбинировать дачу пробиотических препаратов совместно с

ультрадисперсными препаратами микроэлементов. Одним из подтверждений этого является следующий экспериментальный материал.

Цель исследования – изучение совместного применения пробиотического препарата и ультрадисперсных частиц меди на биохимические и морфологические показатели крови цыплят-бройлеров.

Условия, материалы и методы

Пробиотический препарат и наночастицы меди.

В качестве пробиотического препарата в эксперименте использована культура клеток *Bacillus subtilis* (штамм ВКПМ В-7092), в составе препарата Ветом 1.1. (ООО НПФ «Исследовательский центр», г. Новосибирск). В исследованиях использован препарат ультрадисперсных частиц меди (УДЧ Cu), произведенный ООО «Платина», (г. Москва) методом плазмохимического синтеза ($d = 55 \pm 15$ нм; Z-потенциал = $31 \pm 0,1$ мВ; $S_{\text{пов}} = 9 \pm 0,8$ м²/г).

Материаловедческая аттестация (размер частиц, площадь поверхности) препаратов 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).

Животные. Исследования проводили в условиях экспериментально-биологической клиники Оренбургского государственного университета на 90 цыплятах-бройлерах кросса «Смена-8», которых методом аналогов разделили на три группы. Во время эксперимента вся птица находилась в одинаковых условиях содержания и кормления. Продолжительность эксперимента составила 35 суток, включающие подготовительный (7 суток) и учетный (28 суток) периоды. Условия выращивания и содержания птицы соответствовали правилам Organization for Economic Cooperation and Development. Эксперименты выполняли в соответствии с протоколами Женевской конвенции и принципами надлежащей лабораторной практики [14].

Схема исследования. В течение первых 14 суток основного учетного периода птица нахо-

дилась на стартовом комбикорме (содержание обменной энергии 12,78 МДж/кг, сырого протеина 19,87%), в последующем на ростовом рационе (содержание обменной энергии 12,65 МДж/кг, сырого протеина 18,37%).

Контрольная группа в течение всего эксперимента содержалась на основном рационе, цыплята I опытной группы с основным рационом получала УДЧ Cu в дозировке 1,7 мг/кг корма, II опытной – с основным рационом получали УДЧ Cu (1,7 мг/кг корма) и Ветом 1.1. в дозе 1,5 мг/кг корма.

Формирование рационов для подопытной птицы в ходе исследований проводились с учетом рекомендаций ВНИТИП [15].

Лиозоли ультрадисперсных частиц меди готовились путем обработки ультразвуком на диспергаторе УЗДН-2Т («НПП Академприбор», Россия) ($f = 35$ кГц; $N = 300$ (450) Вт; $A = 10$ мкА, $t = 30$ мин.) водных взвесей ультрадисперсных частиц. Методикой исследования предполагалось кормление подопытной птицы основным рационом, состоящим в период с 14 по 28 сутки из: пшеницы 320 г/кг, ячменя 10 г/кг, жмыха подсолнечного 184 г/кг, шрота соевого 200 г/кг, рыбной муки 40 г/кг, масла растительного 60 г/кг, кукурузы 163 г/кг, отрубей пшеничных 10 г/кг, известняка 10 г/кг, соли 3 г/кг; с 28 по 42 сутки жизни: пшеницы 182 г/кг, ячменя 50 г/кг, жмыха подсолнечного 180 г/кг, шрота соевого 75 г/кг, рыбной муки 45 г/кг, масла растительного 45 г/кг, кукурузы 400 г/кг, отрубей пшеничных 10 г/кг, известняка 10 г/кг, соли 3 г/кг.

С целью изучения гематологических параметров производили отбор крови во время убоя подопытной птицы в 14, 28 и 42-суточном возрасте. До убоя птицу не кормили 12 часов, не поили 4 ч. Убой проведен по методике ВНИТИП [16].

Взятие крови у птиц для определения морфологических показателей отбирали в вакуумные пробирки с антикоагулянтом (ЭДТА), для биохимических показателей – в вакуумные пробирки с активатором свертывания (тромбин). В исследованиях крови проводили в ЦКП ВНИИМС (аттестат аккредитации № RA.RU.21ПФ59 от 02.12.2015 г.) Морфологические показатели определяли с помощью автоматического гематологического анализатора URIT-2900 Vet Plus, (URIT Medial Electronic

Со., Китай). Биохимический анализ сыворотки крови проводился на автоматическом биохимическом анализаторе CS-T240 («Dirui Industrial Co., Ltd», Китай) с использованием коммерческих биохимических наборов для ветеринарии ДиаВетТест (Россия) и коммерческих биохимических наборов Randox Laboratories Limited (United Kingdom).

Статистическую обработку полученных данных проводили с использованием стандартного программного пакета.

Результаты и обсуждение

По биохимическим показателям сыворотки крови можно определить адаптационные возможности организма к дополнительному введению в рацион пробиотического препарата Ветом 1.1. и УДЧ Си. Со стороны отдельных биохимических показателей экспериментальных групп имели место изменения, близкие или выходящие за пределы физиологических колебаний (таблица 1).

На 14 сутки основного учетного периода наблюдается недостоверное снижение концентрации глюкозы в сыворотке крови цыплят опытных групп. Однако, после 28 суток, напротив, данный показатель в II опытной группе оказался выше контрольных значений на 39,2% ($p \leq 0,05$).

На протяжении всего эксперимента уровень общего белка в сыворотке крови цыплят опытных групп оказался выше контроля, на 28 суток жизни птицы на 7,3-15,4% ($p \leq 0,05$), 42 – на 11,2-5,8% ($p \leq 0,05$), соответственно. Сходным образом изменялось содержание альбуминов в сыворотке крови птицы. На 28 суток – на 10,8% и на 16,2%, на 42 суток – на 8,9% и на 2,2%, со-

ответственно, в I и II опытной группах, однако, изменения по общему белку и альбумину были недостоверными.

По-видимому, небольшое снижение глюкозы, может указывать на так называемую реактивную реакцию, которая может быть спровоцирована недоеданием, либо введением лекарственных препаратов, в нашем случае пробиотического препарата Ветом 1.1. В общем, дополнительное введение пробиотического препарата и УДЧ Си указывает на небольшую гиперпротеинемию, но следует указать на тот, факт, что все изменения находятся в пределах физиологической нормы.

Проведенный биохимический анализ крови выявил небольшие изменения в метаболизме липидов. Об интенсификации липолиза мы судили по изменениям концентрации основных липидных фракций в сыворотке крови (таблица 2).

Уровень холестерина на 28 сутки в опытных группах превышал контроль – на 10,6% и на 5,6%, соответственно. На 42 сутки в I опытной отмечено превышение на 8,7%, а во II опытной напротив его снижение на 8,1%, по отношению к контрольной группе.

Уровень триглицеридов снижается в опытных группах как на 28 суток, так и на 42 суток, однако изменения были недостоверными. Уровень креатинина достоверно превышает контроль на 42 сутки экспериментального исследования во II группе в 1,5 раза ($p \leq 0,05$).

Включение пробиотического препарата и УДЧ Си в рацион подопытной птицы изменяет их физиологический статус путем вариации липидного обмена в организме. Изменения уровней триглицеридов и холестерина в кро-

Таблица 1 – Влияние Ветом 1.1. и УДЧ Си на содержание глюкозы, общего белка, альбумина в сыворотке крови подопытной птицы

Показатель	Группа	Возраст цыплят-бройлеров, сутки		
		14	28	42
Глюкоза, ммоль/л	Контрольная	11,16±1,33	8,79±1,62	8,08±2,22
	I опытная		5,97±1,18	7,06±0,40
	II опытная		5,64±1,06	11,25±0,39*
Общий белок, г/л	Контрольная	16,68±2,00	32,07±2,22	33,63±0,72
	I опытная		34,42±0,54	37,39±1,83
	II опытная		37,01±1,31	35,61±2,67
Альбумин, г/л	Контрольная	16,33±2,03	12,33±0,33	15,00±0,58
	I опытная		13,67±0,33	16,33±0,88
	II опытная		14,33±0,88	15,33±0,33

Примечание: * - $P \leq 0,05$

ви может подтверждать изменения в липидных обменных процессах под влиянием УДЧ. Это, видимо, связано с изменениями функции печени, следствием чего являются изменение секреции липопротеинов печени в плазму, а также биосинтеза холестерина в печени из ацетил-КоА.

Так как аминотрансферазы играют ведущую роль в клеточном метаболизме, изучали воздействие УДЧ Си и пробиотика на данный показатель.

В ходе анализа полученных результатов, выявлены достоверные различия между показателями активности АЛТ контрольной и опытных групп, так в возрасте 42 дней наблюдалось

снижение АЛТ в I опытной группе в 2,4 раза ($p \leq 0,01$) и во II группе на 1,2% ($p \leq 0,05$). Активность АСТ у цыплят I опытной группы была ниже в 1,8 раза ($p \leq 0,01$), относительно контроля в конце эксперимента (таблица 3).

Уровень креатинкиназы был достоверно повышен во II опытной группе в 1,7 раза ($p \leq 0,05$), относительно контрольной группы.

Анализ гематологических показателей указал на статистически недостоверные изменения морфологического и биохимического состава крови у цыплят-бройлеров всех групп, с некоторым преимуществом по отдельным показателям у птицы опытных групп, в сравнении с контрольной.

Таблица 2 – Влияние Ветом 1.1. и УДЧ Си на липидный обмен в организме подопытной птицы

Показатель	Группа	Возраст цыплят-бройлеров, сутки		
		14	28	42
Билирубин общий, мкмоль/л	Контрольная	20,60±0,28	20,31±0,64	21,20±2,91
	I опытная		21,21±0,20	15,55±1,19
	II опытная		21,45±0,27	15,51±1,04
Холестерин, ммоль/л	Контрольная	4,77±0,47	4,50±0,37	4,59±0,08
	I опытная		4,98±0,35	4,99±0,16
	II опытная		4,75±0,13	4,22±0,45
Триглицериды, ммоль/л	Контрольная	0,92±0,54	0,69±0,19	0,39±0,14
	I опытная		0,23±0,01	0,26±0,09
	II опытная		0,27±0,03	0,21±0,02
Креатинин, мкмоль/л	Контрольная	19,95±2,55	15,30±3,80	17,20±1,61
	I опытная		21,67±4,86	13,80±0,40
	II опытная		22,50±3,70	25,47±7,99*

Примечание: * - $P \leq 0,05$

Таблица 3 – Биохимический состав крови подопытных цыплят-бройлеров

Показатель	Группа	Возраст цыплят-бройлеров, сутки		
		14	28	42
АЛТ, Ед/л	Контрольная	27,87±5,92	19,50±10,46	16,83±7,34
	I опытная		28,80±3,85	11,83±0,64**
	II опытная		26,40±3,10	27,53±1,41*
АСТ, Ед/л	Контрольная	44,17±3,12	26,93±32,27	42,57±29,97
	I опытная		21,53±9,65	24,63±12,89**
	II опытная		35,57±5,81	36,70±14,70
г-ГТ, Ед/л	Контрольная	14,95±0,05	19,33±0,33	12,33±0,67
	I опытная		19,00±3,00	20,00±2,00
	II опытная		16,00±2,00	18,67±2,40
Креатинкиназа, Ед/л	Контрольная	3 285±341	3 173±430,4	6 197±441,2
	I опытная		4 223±1 308,55	6 369±391,56
	II опытная		5 665±783,52*	5 418±570,19
ЛДГ, Ед/л	Контрольная	1050±4,50	2 007±214,85	2 676±261,23
	I опытная		1 165±129,62	2 795±142,68
	II опытная		1 567±101,28	1 849±146,17

Примечание: * - $P \leq 0,05$; ** - $P \leq 0,01$.

В 28-суточном возрасте содержание лейкоцитов в I опытной группе уменьшилось на 10,0% и достоверно повысилось во II группе на 23,9% ($p \leq 0,05$), относительно контроля. По уровню лимфоцитов была зафиксирована схожая картина, так в возрасте 28 суток наблюдалось снижение последнего на 10,2%, однако статистически недостоверно, во II опытной группе достоверное его превышение на 24,3% ($p \leq 0,05$), относительно контрольной группы.

В 28-суточном и 42-суточном возрастах зафиксировано увеличение содержания гемоглобина во II опытной группе на 17,1 % ($p \leq 0,05$) и его снижение на 5,8% ($p \leq 0,05$), соответственно, относительно контрольной группы. Отмечено, что в возрасте 42 дней происходит увеличение содержания тромбоцитов в крови бройлеров I опытной группы на 22,7 % ($p \leq 0,05$), относительно контроля (таблица 4).

Таким образом, анализ данных гематологического исследования показал увеличение

уровня лейкоцитов, лимфоцитов, гемоглобина, в ряде ферментных систем наблюдалось повышение содержания глюкозы, креатинина, связанных с транспортом в организме меди, не зависимо от размера вводимых высокодисперсных частиц исследуемого металла. Однако в отношении общего билирубина, триглицеридов, АЛТ и АСТ наблюдалось противоположное действие исследуемых частиц. В тоже время отмечалась разница во временном проявлении воздействия наночастиц меди УДЧ Cu на морфологические и биохимические параметры крови подопытных цыплят-бройлеров.

У птицы контрольной группы содержание общего кальция в сыворотке крови составляло 1,58 ммоль/л, отмечено, что к 28-дневному возрасту бройлеры опытных групп превосходили по содержанию кальция контрольную группу в 2,3 раза, схожая картина наблюдалась и в конце эксперимента (таблица 5).

Таблица 4 – Морфологический состав крови подопытных цыплят-бройлеров

Показатель	Группа	Возраст цыплят-бройлеров, сутки		
		14	28	42
Лейкоциты, 109/л	Контрольная	61,7±3,79	49,23±22,43	77,53±3,70
	I опытная		54,90±22,81	87,90±0,90
	II опытная		81,07±2,11*	65,57±7,10
Лимфоциты, 109/л	Контрольная	58,0±17,40	46,53±21,14	73,63±3,35
	I опытная		52,10±21,71	82,13±1,42
	II опытная		76,70±1,53*	61,17±7,59
Смесь моноцитов, эозинофилов, базофилов и незрелых клеток, 109/л	Контрольная	2,27±1,02	1,87±0,88	2,70±0,31
	I опытная		1,97±0,79	3,63±0,15
	II опытная		2,93±0,33	2,73±0,09
Гранулоциты, 109/л	Контрольная	1,37±0,52	0,83±0,42	1,20±0,17
	I опытная		0,73±0,32	2,13±0,69
	II опытная		1,43±0,34	1,67±0,42
Эритроциты, 1012/л	Контрольная	1,7±0,32	1,36±0,52	2,01±0,18
	I опытная		1,34±0,47	2,18±0,04
	II опытная		1,93±0,04	1,37±0,19
Гемоглобин, г/л	Контрольная	98,7±16,05	81,3±30,18	126,3±5,24
	I опытная		88,0±28,10	133,3±1,76
	II опытная		119,0±3,61*	93,0±20,50*
Гематокрит, %	Контрольная	20,6±3,58	17,03±6,52	24,8±1,71
	I опытная		17,13±5,94	26,3±0,78
	II опытная		23,9±0,66	16,9±2,78
Среднее содержание гемоглобина в эритроците, пг	Контрольная	58,6±2,53	61,4±2,12	63,5±3,33
	I опытная		69,0±4,61	61,2±1,74
	II опытная		61,6±0,72	68,8±16,53
Тромбоциты, 109/л	Контрольная	82,7±26,42	48,7±22,34	75,0±11,79
	I опытная		47,7±19,20	107,0±18,18*
	II опытная		57,7±6,49	59,7±14,85

Примечание: * - $P \leq 0,05$

Таблица 5 – Состав химических элементов в сыворотке крови подопытных цыплят-бройлеров

Показатель	Группа	Возраст цыплят-бройлеров, сутки		
		14	28	42
Кальций, ммоль/л	Контрольная	2,58±0,12	3,90±0,27	3,28±0,17
	I опытная		3,57±0,67	2,80±0,21
	II опытная		3,02±0,08	3,18±0,33
Железо, мкмоль/л	Контрольная	25,60±10,40	24,13±2,35	27,77±0,86
	I опытная		25,77±0,98	34,63±0,72
	II опытная		21,77±1,08	24,47±2,17
Магний, ммоль/л	Контрольная	1,46±0,09	1,51±0,03	1,29±0,02
	I опытная		1,50±0,14	1,31±0,06
	II опытная		1,35±0,04	1,40±0,10
Фосфор, ммоль/л	Контрольная	1,95±0,11	1,13±0,15	1,59±0,13
	I опытная		1,20±0,21	1,70±0,09
	II опытная		1,59±0,06	1,55±0,27

Уровень фосфора в сыворотке крови исследуемой птицы снижен в абсолютном значении от 1,95 ммоль/л до 1,2 ммоль/л, соответственно. По содержанию магния и железа, явных изменений относительно контрольной группы не наблюдалось, однако следует отметить, что по всем параметрам изменения были незначительными.

Анализируя полученный материал можно констатировать, что ультрадисперсные частицы меди оказали влияние на картину крови птицы. Это в целом согласуется с результатами ранее выполненных исследований [14,15], и определяется высокой реакционно способностью этих веществ [16]. Факт синергетического действия ультрадисперсного препарата и пробиотика

можно объяснить хорошо выраженным действием наночастиц на состав микрофлоры кишечника животных [17].

Выводы

В ходе проведенных исследований не было отмечено выраженного токсического эффекта по совокупности гематологических, биохимических показателей, а также составу химических элементов в крови бройлеров как при внесении УДЧ Си и пробиотического препарата, а также их совместного применения, с некоторым преимуществом по отдельным показателям у птицы опытных групп, в сравнении с контрольной. Полученные материалы позволяют считать перспективным совместное применение УДЧ Си и пробиотиков в питании птицы.

14.09.2017

Список литературы:

- Надыршина Я.А. Результаты использования кормовых пробиотиков при выращивании молодняка сельскохозяйственной птицы // Инновационная наука. 2016. № 6. С.66-69
- Fuller R. Probiotics in man and animals. A review / R. Fuller // Journal Applied Bacteriology. 1989. Т. 66. № 5. Р. 365-378.
- Наумова М. П., Таирова Р. М., Мусаткина Т. Б. Влияние скармливания птиц микробиологического препарата-Р 1 и СТФ 1/56 // Альманах мировой науки. 2016. №. 1. С. 37-38.
- Manhar A. K., Bashir Y., Saikia D., Nath D., Gupta K., Konwar B. K., Kumar R., Namsa N., Mandal M. Cellulolytic potential of probiotic *Bacillus subtilis* AMS6 isolated from traditional fermented soybean (Churpi): An in-vitro study with regards to application as an animal feed additive // Microbiological research. 2016. Т. 186. С. 62-70.
- Тараканов В.В., Николичева Т.А., Алешин В.В. Пробиотики. Достижения и перспективы использования в животноводстве // Прошлое, настоящее и будущее зоотехнической науки: Тр. ВИЖа. Вып. 62. Т. 3. 2004. С. 69-73.
- Улитко В.Е. Инновационные подходы в решении проблемных вопросов в кормлении сельскохозяйственных животных // Вестник Ульяновской ГСХА. 2014. Т. 28. №4. С.136-147;
- Takada M., Nishida K., Kataoka K., Kato A., Gondo Y., Ishikawa H., Suda K., Kawai M., Hoshi R., Watanabe O., Igarashi I., Kuwano I., Miyazaki K., Kuwano Y. Probiotic *Lactobacillus casei* strain Shirota relieves stress-associated symptoms by modulating the gut-brain interaction in human and animal models // Neurogastroenterology & Motility. 2016. Т. 28. №. 7. С. 1027-1036.
- Кван О.В., Мирошников С.А., Дерябин Д.Г., Беседин В.Н. Неоднозначность влияния пробиотиков на обмен токсических элементов в организме кур-несушек. //Вестник Оренбургского государственного университета. 2006. № S2. С. 28-30.
- Мирошников С.А., Кван О.В., Нуржанов Б.С. Роль нормальной микрофлоры в минеральном обмене животных. //Вестник Оренбургского государственного университета. 2010. № 6 (112). С. 81-83.
- The Guide for Care and Use of Laboratory Animals / National Academy Press, Washington, D.C., 1996. 84 с.
- Методические указания по оптимизации рецептов комбикормов для сельскохозяйственной птицы / Фисинин В.И., Егоров И.А., Ленкова Т.Н. и др. М.: МСХ РФ / ВНИИП, 2009. 80 с.
- Методические рекомендации по проведению научных исследований по кормлению сельскохозяйственной птицы / под ред. В.И. Фисинина. Сергиев Посад: ВНИИП, 1992. – 25 с.

14. Вишняков А.И., Ушаков А.С., Лебедев С.В. Особенности костномозгового кроветворения при введении наночастиц меди per os и intramuscularly // Вестник мясного скотоводства. 2011. Т. 2. № 64. С. 96–102.
15. 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 (161). С. 203-207.
16. Нестеров Д. В., Сипайлова О. Ю., Сизова Е. А., Шейда Е. В. Сравнительная оценка влияния различных способов введения наночастиц меди на обмен токсичных элементов в мышечной ткани цыплят-бройлеров // Актуальні проблеми транспортної медицини: навколишнє середовище; професійне здоров'я; патологія. 2014. № 3. С. 146-150.
17. Yausheva E, Sizova E, Lebedev S, Skalny A, Miroshnikov S, Plotnikov A, Khlopko Y, Gogoleva N, Cherkasov S. Influence of zinc nanoparticles on survival of worms *Eisenia fetida* and taxonomic diversity of the gut microflora. Environ Sci Pollut Res Int. 2016 Jul;23(13):13245-54. doi: 10.1007/s11356-016-6474-y. Epub 2016 Mar 29.

Сведения об авторах:

Мирошникова Елена Петровна, заведующий кафедрой биотехнологии животного сырья и аквакультуры
Оренбургского государственного университета, доктор биологических наук, профессор

E-mail: elenaakva@rambler.ru

Кван Ольга Вилориевна, научный сотрудник института биоэлементологии
Оренбургского государственного университета, кандидат биологических наук

E-mail: kwan111@yandex.ru

460018, г. Оренбург, пр-т Победы 13, тел. (3532) 372482

Сердаева Виктория Алексеевна, аспирант отдела кормления сельскохозяйственных животных
и технологии кормов им. проф. С.Г. Леушина Всероссийского НИИ мясного скотоводства

E-mail: serdaeva2011@yandex.ru

Мирошникова Мария Сергеевна, студент Оренбургского государственного университета

E-mail: mary-zayka@mail.ru

460018, г. Оренбург, пр-т Победы 13