

Вестник Курганской ГСХА. 2023. № 2 (46). С. 49–56

Vestnik Kurganskoy GSNA. 2023; (2–46): 49–56

Научная статья

УДК 636.59:636.085

EDN: VCDYLM

Код ВАК 4.2.4

ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ СНИЖЕНИЯ УРОВНЯ ВВОДА ВИТАМИНОВ ГРУППЫ В В ПРЕМИКСЫ ДЛЯ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ ЗА СЧЕТ ВКЛЮЧЕНИЯ В КОМБИКОРМА БЕЛКОВОЙ БИОМАССЫ

Елена Николаевна Андрианова¹, Иван Афанасьевич Егоров², Екатерина Сергеевна Демидова³, Татьяна Михайловна Заборская⁴, Анна Владимировна Синеви́ч⁵

^{1, 2, 3}Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства» РАН, Сергиев Посад, Россия

^{4, 5}Комита Биотехнологии, Москва, Россия

¹ andrianova@vnitip.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6769-6351>

² olga@vnitip.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9122-9553>

³ mixalysha@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0108-2218>

⁴ tz2407@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0004-8728-5041>

⁵ sinevich.anna@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0004-0863-0944>

Аннотация. Микробная биомасса является хорошим источником протеина, а также содержит витамины группы В и микроэлементы. Витамины группы В являются неотъемлемой составляющей премиксов для сельскохозяйственных животных и птицы. Целью настоящих исследований являлось изучение возможности снижения уровней ввода витаминов группы В при использовании микробного протеина в витаминных премиксах для бройлеров при частичной замене рыбной муки с учетом наличия значимых уровней этих биологически активных веществ в микробном белке. Опыты проведены на четырех группах цыплят-бройлеров кросса Росс 308 на базе СГС «Загорское» ФНЦ «ВНИТИП» РАН с суточного до 36-суточного возраста. Содержание птицы клеточное, по 35 голов в группе без разделения по полу. Материалом для исследований служил белок микробиологического синтеза КомитаБио Mb, который включали в комбикорм количестве 2 % по массе. Установлено, что использование белковой биомассы, полученной с использованием усовершенствованных технологий микробиологического синтеза в количестве 2,0 % по массе комбикорма для частичной или полной замены витаминов группы В в премиксах для бройлеров, позволяет обеспечить сравнимую с контролем живую массу птицы при ее высокой сохранности и хорошей конверсии корма, не оказывает негативного влияния на качество костяка и минерализацию костной ткани бройлеров. Микробный протеин компании ООО «Комита Биотехнологии», полученный с использованием усовершенствованных технологий микробиологического синтеза, содержит не менее 108,25 мг/кг марганца, 314,14 мг/кг железа, 413,90 мг/кг меди, 69,22 мг/кг цинка, а также большое количество витаминов группы В (не менее 96,54 мг/кг витамина В₁; 59,1 мг/кг витамина В₂; 626,47 мг/кг пиридоксина; 426,68 мг/кг пантотеновой кислоты, а также витамины В₆ и В₁₂) что может быть учтено при изготовлении витаминных премиксов со сниженным содержанием этих витаминов.

Ключевые слова: цыплята-бройлеры, продуктивность, сохранность, микробная биомасса, питательные вещества, витамины группы В.

Благодарности: исследование выполнено в рамках работ по госзаданию № 121031300018-6.

Для цитирования: Андрианова Е.Н., Егоров И.А., Демидова Е.С., Заборская Т.М., Синеви́ч А.В. Изучение возможности снижения уровня ввода витаминов группы В в премиксы для цыплят-бройлеров за счет включения в комбикорма белковой биомассы // Вестник Курганской ГСХА. 2023. № 2 (46). С. 49–56. EDN: VCDYLM.

Scientific article

STUDYING POSSIBILITY OF REDUCING LEVEL OF INTRODUCTION OF B- GROUP VITAMINS INTO PREMIXES FOR BROILER CHICKENS BY INCLUDING PROTEIN BIOMASS IN COMPOUND FEED

Elena N. Andrianova¹, Ivan A. Egorov², Ekaterina S. Demidova³, Tatiana M. Zaborskaya⁴,
Anna V. Sinevich⁵

^{1, 2, 3}Federal Scientific Center «All-Russian Research and Technological Institute of Poultry» of Russian Academy of Sciences, Sergiev Posad, Russia

^{4, 5}Comita Biotechnologies, Moscow, Russia

¹ andrianova@vnitip.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6769-6351>

² olga@vnitip.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9122-9553>

³ mixalysha@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0108-2218>

⁴ tz2407@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0004-8728-5041>

⁵ sinevich.anna@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0004-0863-0944>

Abstract. Microbial biomass is a good source of protein and also contains B-group vitamins and micro-elements. B-group vitamins are an integral part of premixes for farm animals and poultry. The purpose of this research was to study the possibility of reducing the levels of B-group vitamins while using microbial protein in vitamin premixes for broilers with partial replacement of fishmeal, taking into account the presence of significant levels of these biologically active substances in the microbial protein. The experiments were carried out on four groups of broiler chickens of Ross 308 cross aged from 1 to 36 days on the basis of the selection-genetic centre «Zagorskoye» of the Federal scientific center «VNIITIP» of the RAS. The poultry keeping was in cages, there were 35 chickens per group without division by sex. The material for research was the protein of microbiological synthesis KomitaBio Mb, which was included in the compound feed in the amount of 2% by weight. It was established that the use of protein biomass obtained using advanced technologies of microbiological synthesis in the amount of 2.0% by weight of compound feed for partial or complete replacement of B vitamins in premixes for broilers makes it possible to ensure a live weight of poultry comparable to control with its high safety and good feed conversion and does not have a negative effect on the quality of the skeleton and mineralization of the bone tissue of broilers. Microbial protein produced by Komita Biotechnologies LLC, obtained using advanced technologies of microbiological synthesis, contains at least 108.25 mg/kg of manganese, 314.14 mg/kg of iron, 413.90 mg/kg of copper, 69.22 mg/kg of zinc, as well as a large amount of B vitamins (at least 96.54 mg/kg of vitamin B₁; 59.1 mg/kg of vitamin B₂; 626.47 mg/kg of pyridoxine; 426.68 mg/kg of pantothenic acid, as well as vitamins B₇ and B₁₂). This can be taken into account in the production of vitamin premixes with a reduced content of these vitamins.

Keywords: broiler chickens, productivity, safety, Microbial biomass, nutrients, B-group vitamins.

Acknowledgments: the study was carried out as part of the state task № 121031300018-6.

For citation: Andrianova E.N., Egorov I.A., Demidova E.S., Zaborskaya T.M., Sinevich A.V. Studying the possibility of reducing the level of introduction of B-group vitamins into premixes for broiler chickens by including protein biomass in compound feed // Vestnik Kurganskoy GSHA. 2023; (2-46): 49-56. EDN: VCDYLM. (in Russ).

Введение. Современные представления о значении витаминов и микроэлементов для роста, развития и нормального течения обменных процессов свидетельствуют о строгом балансе биологически активных веществ в организме [1-3], нарушение которого ведет к возникновению целого ряда патологий. Учитывая высокую интенсивность обменных процессов в организме птицы современных высокопродуктивных кроссов, в кормопроизводстве широко применяется система гарантийных норм ввода витаминов и микроэлементов без учета их содержания в компонентах комбикорма [4-6]. Согласно этим нормам в состав комбикормов для птицы включаются 14 витаминов: А, Е, Д₃, К, В₁, В₂, В₃, В₄, РР, В₆, В_с, Н, В₁₂, С – и 7 микроэлементов: Мп, Zn, Fe, Cu, Co, а также I и Se [7-9].

Для обеспечения потребности птицы в витаминах используют препараты, полученные методом химического синтеза или экстракции из растительного сырья. Биотехнологическим путем производят витамины В₂, В₁₂ и С. Мировой объем рынка витаминов составляет более 3 млрд долларов США. Хорошим источником витаминов группы В являются кормовые дрожжи, а также Биопротеин кормовой «КомитаБио Mb», представляющий собой инактивированную высушенную биомассу метанотрофных бактерий *Methylococcus capsulatus*. Этот продукт получают методом микробиологического синтеза при культивировании в водном растворе микро- и макроэлементов с использованием метана в качестве единственного источника углеродного питания.

По содержанию белка продукты микробиологического синтеза являются альтернативой кормам животного происхождения [10-12], хорошим источником незаменимых аминокислот, и наряду с белковыми кормами растительного происхождения, способствуют решению проблемы дефицита белка в кормопроизводстве [10; 13-15]. Поэтому с появлением новых технологических решений [16-18] расширяются исследования по производству микробного протеина для питания человека и производства кормов [19-21]. Получены положи-

тельные результаты по использованию микробного протеина для частичной [22] или полной замены кормов животного происхождения в рационах сельскохозяйственной птицы [23-25].

Учитывая вышеизложенное, целью настоящих исследований являлось изучение возможности снижения уровней ввода витаминов группы В при использовании микробного протеина компании ООО «Комита Биотехнологии» в витаминных премиксах для бройлеров при частичной замене рыбной муки с учетом наличия значимых уровней этих биологически активных веществ в микробном белке.

Материалы и методы. Опыты проведены в условиях вивария СГЦ «Загорское» ФНЦ «ВНИТИП» РАН на цыплятах-бройлерах кросса Росс 308 с суточного до 36-дневного возраста без разделения по полу по 35 голов в группе. Цыплят содержали в клеточных батареях Р-15. Кормление осуществляли сухими полнорационными рассыпными комбикормами с питательностью по нормам ВНИТИП [7], вволю согласно схеме (таблица 1). Рецепты экспериментальных комбикормов приведены в таблице 2. Материалом для исследования служил белок микробиологического синтеза КомитаБио Mb. Витамины и микроэлементы вводили в состав комбикорма в виде 1 % премикса из расчета принятых гарантийных норм, который обеспечивал необходимый уровень содержания витаминов в расчете на 1 т комбикорма. Состав 1 % контрольного и опытного премикса без включения витаминов группы В приведен в таблице 3. Премиксы были выработаны на промышленном оборудовании предприятия ООО «Агрофид Рус».

Ветеринарные мероприятия проведены согласно принятому в хозяйстве плану вакцинации.

Полученные в экспериментах цифровые данные обработаны методом вариационной статистики согласно критерию Стьюдента. Данные в таблицах представлены в виде $M \pm m$, где M – среднее арифметическое, m – ошибка средней арифметической. Статистически достоверными считали различия при $p \leq 0,05$.

Таблица 1 – Схема опыта на цыплятах-бройлерах

Группа	Характеристика кормления
1 (к)	Комбикорм, сбалансированный по всем питательным веществам согласно руководству по кормлению сельскохозяйственной птицы
2	Комбикорм, содержащий 2 % биомассы со сниженным на 30 % уровнем витаминов группы В в премиксе
3	Комбикорм, содержащий 2 % биомассы со сниженным на 60 % уровнем витаминов группы В в премиксе
4	Комбикорм, содержащий 2 % биомассы с полной заменой в премиксе витаминов группы В

Таблица 2 – Состав и питательность комбикормов для цыплят-бройлеров, %

Компонент	Контроль		Опытные группы	
	3-21 дней	22-36 дней	3-21 дней	22-36 дней
Пшеница	51,7	51,47	51,38	51,24
Шрот соевый 44 %	24,0	20,0	24,0	20,0
Жмых подсолнечный	4,0	3,5	4,0	3,5
Соя полуобезжиренная 40 %	7,0	12,0	7,0	12,0
Масло соевое	5,6	7,0	5,6	7,0
Мука рыбная, 67 %	4,0	2,0	2,0	-
Микробный белок	-	-	2,0	2,0
Монокальцийфосфат	0,8	0,9	0,9	0,9
Известняк Са 36 %	1,2	1,4	1,4	1,6
Премикс	1,0	1,0	1,0	1,0
Метионин	0,27	0,25	0,27	0,25
Монохлоргидрат лизина	0,15	0,15	0,17	0,18
Соль	0,28	0,33	0,28	0,33
В 100 г комбикорма содержится, %				
Обменная энергия Ккал	310,0	320,0	309,0	320,0
МДж/кг	12,99	13,41	12,95	13,41
Протеин сырой	23,29	21,70	23,40	21,84
Сырая клетчатка	4,48	4,43	4,47	4,42
Сырой жир	9,04	10,98	9,05	10,98
Сырая зола	5,95	5,91	6,25	6,13
Линолевая кислота	4,53	5,55	4,53	5,55
Лизин	1,36	1,25	1,35	1,25
Метионин	0,64	0,58	0,64	0,58
Метионин + цистин	0,98	0,90	0,99	0,91
Треонин	0,84	0,78	0,85	0,78
Триптофан	0,30	0,28	0,30	0,28
Аргинин	1,48	1,39	1,49	1,40
Лизин усв.	1,19	1,08	1,18	1,08
Метионин усв.	0,59	0,53	0,59	0,53
Метионин + цистин усв.	0,87	0,80	0,88	0,80
Треонин усв.	0,71	0,65	0,71	0,65
Триптофан усв.	0,25	0,23	0,25	0,23
Са	0,90	0,90	0,91	0,89
Р общий	0,69	0,67	0,70	0,65
Р дост.	0,44	0,41	0,45	0,40
Na	0,17	0,17	0,17	0,17
К	0,89	0,87	0,89	0,87
Cl	0,27	0,28	0,27	0,29

Таблица 3 – Состав 1 % витаминно-минеральных премиксов

Витамины	Ед. измерения в 1 кг	контроль	Без вит. группы В
А	МЕ	1 250 000	1 250 000
D ₃	МЕ	450 000	450 000
Е	мг	7 000	7 000
K ₃	мг	350	350
B ₁	мг	300	-
B ₂	мг	800	-
B ₃	г	1 600	-
B ₅ ниацин	г	7 000	-
B ₆	мг	500,0	-
B ₁₂	мг	3,0	-
B _c	мг	230,0	-
Н	мг	30,0	30,0
B ₄	мг	60 000	60 000
Макроэлементы			
Са	г	230,0	232,0
Р	г	15,0	15,0
Микроэлементы			
Марганец	мг	11 000	11 000
Цинк	мг	11 000	11 000
Медь	мг	5 000	5 000
Железо	мг	4 000	4 000
Йод	мг	125,0	125,0
Селен	мг	30,0	30,0
Наполнитель известняковая мука/пшеница	г	до 1 000	до 1 000

Результаты исследований и их обсуждение. Химический анализ белкового продукта компании ООО «Комита Биотехнологии» показал, что в нем содержится не менее 108,25 мг/кг марганца, 314,14 мг/кг железа, 413,90 мг/кг меди, 69,22 мг/кг цинка, а также большое количество витаминов группы В (не менее 96,54 мг/кг витамина В₁; 59,1 мг/кг витамина В₂; 626,47 мг/кг пиридоксина; 426,68 мг/кг пантотеновой кислоты, содержатся

также витамины В₇ и В₁₂), что может быть учтено при изготовлении витаминных премиксов со сниженным содержанием этих витаминов, а используемая технология производства обеспечивает получение продукта с высоким содержанием протеина – 73,46 % и уровнем истинного протеина (белок по Барнштейну) – 60,23 %, а содержание небелкового азота составляло 2,13 %.

По сравнению с рыбной мукой белок микробиологического синтеза характеризуется меньшим содержанием кальция и фосфора – 0,180 и 1,9 % против 5,5 и 3,7 % в рыбной муке, что требует балансирования комбикормов для птицы путем увеличения ввода источников кальция и фосфора.

В результате проведения научно-хозяйственного опыта по изучению возможности снижения уровней включения витаминов группы В в комбикорма для цыплят-бройлеров, содержащих 2 % белка микробиологического синтеза, установлено (таблица 4), что в 7-суточном возрасте живая масса цыплят второй, третьей и четвертой опытных групп, получавших 20 кг/т биомассы для замены 30; 60 и 100 % витаминов группы В, превышала показатель живой массы контрольной группы на 0,39, 1,02 и 0,48 %. В возрасте 14 и 21 суток живая масса бройлеров этих групп была выше контроля на 0,75; 2,33; 1,11 % и на 0,62; 1,4 и 1,12 % соответственно возрастным периодам. К концу выращивания использование микробного протеина для частичной или полной замены витаминов группы В не сказалось отрицательно на продуктивности цыплят второй, третьей и четвертой опытных групп. Средняя живая масса цыплят этих групп превосходила контроль на 0,667; 1,6 и 0,92 %, при снижении затрат корма на 1 кг прироста живой массы на 0,12; 0,44 и 0,19 % при сравнимой сконтролем. Сохранность поголовья во всех группах была одинаковой и составляла 97,14 %. Комплексная оценка продуктивности бройлеров показала, что включение 2 % микробной биомассы в комбикорма для цыплят опытных групп в сочетании со сниженным уровнем включения в премикс витаминов группы В позволило обеспечить увеличение индекса продуктивности на 2,45; 6,5 и 0,99 балла в сравнении с контролем.

Анализ костяка бройлеров (таблица 5) свидетельствует о том, что по депонированию в большеберцовой кости кальция, фосфора, железа и меди значительных различий между группами не было. Содержание кальция в опытных группах находилось на уровне 17,76-18,10 % против 17,69 % в контроле, фосфора – 8,24-8,38 против 8,22 % у цыплят контрольной группы. Вместе с тем отмечено увеличение депонирования цинка на 1,5; 1,69 и 1,57 мг/%.

Таблица 4 – Зоотехнические результаты выращивания бройлеров с использованием микробного белка для замены витаминов группы В

Показатель	Группа			
	1 (к)	2 Замена 30 % вит. гр. В	3 Замена 60 % вит. гр. В	4 100 % замена вит. гр. В
Сохранность поголовья, %	97,14	97,14	97,14	97,14
Живая масса, г в возрасте, суток:				
7	189,11±2,8	189,84±2,42	191,03±3,03	190,02±2,44
14	455,79±7,01	459,21±6,3	466,41±6,44	460,85±6,52*
21	770,21±17,10	774,99±13,09	780,99±12,83	778,84±10,65
36 (в среднем)	1902,76	1915,46	1933,21	1920,28
в том числе: петушков	2104,87±25,54	2120,00±14,68	2139,38±15,56	2126,00±28,79
курочек	1700,64±100,96	1710,92±21,87	1727,04±18,63	1714,56±16,85
Затраты корма на 1 гол., кг	2,995	3,011	3,029	3,016
Затраты корма на 1 кг прироста живой массы, кг	1,607	1,605	1,600	1,604
Среднесуточный прирост живой массы, г	53,25	53,59	54,09	53,72
ЕИП, балл	321,89	324,34	328,39	325,33

* p≤0,05

Таблица 5 – Содержание кальция, фосфора, золы (%) и микроэлементов (мг/%) в большеберцовой кости бройлеров в возрасте 36 суток, n=3

Показатель	Группа			
	1 (к)	2 Замена 30 % вит. гр. В	3 Замена 60 % вит. гр. В	4 100 % замена вит. гр. В
Сырая зола	48,08	47,48	47,64	47,61
Ca	17,69	17,76	17,89	18,10
P	8,22	8,24	8,38	8,36
Mn	0,203	0,194	0,294	0,209
Fe	18,35	17,33	19,98	17,78
Cu	0,316	0,174	0,126	0,371
Zn	15,90	17,40	17,59	17,47

Таким образом, полученные результаты показали, что содержащиеся в микробной биомассе витамины группы В имеют высокую биологическую доступность и обеспечивают потребности цыплят-бройлеров в биологически активных веществах этой группы, возможна частичная или полная замена этих витаминов в составе витаминной части премикса для бройлеров при включении в комбикорма 2 % микробного белка.

Заключение. Исследованиями установлено, что бактериальная биомасса, нарабатанная по технологии ООО «Комита Биотехнологии», содержит 73,46 % сырого протеина, уровень белка по Барнштейну составляет 60,23 %, содержание небелкового азота не превышает 2,13 %. Биомасса характеризуется меньшим содержанием кальция и фосфора 0,180 и 1,9 % против 5,5 и 3,7 % в рыбной муке, что требует балансирования комбикормов, путем увеличения ввода источников кальция и фосфора.

Установлено, что содержащиеся в микробной биомассе витамины группы В обеспечивают потребности цыплят-бройлеров в биологически активных веществах этой группы, возможна частичная или полная замена этих витаминов в составе витаминной части премикса для бройлеров при включении в комбикорма 2 % микробного белка.

Список источников

1. Zhuravel N.A., Miftakhutdinov A.V., Sukhanova S.F. Economic assessment of stress prevention in broiler chickens in the pre-slaughter period // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. The proceedings of the conference AgroCON-2019. 2019. P. 012056.
2. The use of probiotics for improving the biological potential of broiler chickens / L.N. Skvortsova [et al.] // International Journal of Pharmaceutical Research. 2018. T. 10. Vol. 4. P. 760.
3. Влияние биологически активной добавки в составе рациона на гематологические показатели сельскохозяйственной птицы / В.В. Шкаленко [и др.] // Вестник Курганской ГСХА. 2021. № 1 (37). С. 51-55.
4. Иммуномодулирующая эффективность фитопрепарата на основе хвои при вакцинации цыплят-бройлеров против ньюкаслской болезни / С.Б. Лыско [и др.] // Птицеводство. 2023. № 5. С. 70-74.
5. Влияние антибактериального средства и фитобиотика на основе бетулина на формирование мышечного волокна и качество мяса цыплят-бройлеров / М.В. Новикова [и др.] // Птицеводство. 2022. № 1. С. 12-15.
6. Суханова С.Ф., Кожевников С.В. Комплексное применение калия йодистого и бентонита в комбикормах для цыплят-бройлеров // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2010. № 5 (209). С. 112-115.
7. Руководство по кормлению сельскохозяйственной птицы / И.А. Егоров [и др.]. Сергиев Посад: ВНИТИП, 2019. 215 с.
8. Наставления по использованию нетрадиционных кормов в рационах птицы / И.А. Егоров [и др.]. Сергиев Посад: ВНИТИП, 2016. 59 с.
9. Суханова С.Ф. Комплексное применение пробиотика и бентонита // Птицеводство. 2009. № 9. С. 36.
10. Изучение влияния функционального биопродукта на рост и сохранность перепелов / Е.С. Волобуева [и др.] // Известия Горского государственного аграрного университета. 2019. № 10. С. 49-52.
11. Sharvadze R.L., Sukhanova S.F., Babukhadiya K.R. Influence of zeolites of different deposits on egg production of chickens // XV International Scientific Conference «INTERAGROMASH 2022». Springer, 2023. Pp. 70-78.
12. Инновационный подход к финишным рационам цыплят-бройлеров с целью увеличения продуктивности / Т.В. Полуночкина [и др.] // Птицеводство. 2023. № 5. С. 41-46.
13. Глухих С.В. Развитие метанотрофной биотехнологии // Комбикорма. 2019. № 11. С. 44-46.
14. Effects of the replacement of soybean meal with pea as dietary protein source on the serum protein fractions of broilers / N.T. Bingol [et al.] // Brazilian Journal of Poultry Science. 2016. № 18 (4). Pp. 639-644. DOI: 10.1590/1806-9061-2016-0270.
15. Fru-Nji F., Niess E., Pfeffer E. Effect of Graded Replacement of Soybean Meal by Faba Beans (*Vicia faba* L.) or Field Peas (*Pisum sativum* L.) in Rations for Laying Hens on Egg Production and Quality // The Journal of Poultry Science. 2007. Vol. 44. Pp. 34-41. DOI:10.2141/jpsa.44.34.
16. Bregendahl K., Sell J.L., Zimmerman D.R. Effect of low protein diet on performance and body composition of broiler chicks // Poultry Science. 2002. Vol. 82. No 2. Pp. 301-308.
17. Single Cell Protein for Foods and Feeds: A Review of Trends / H. Onyeaka [et al.] // Open Microbiology Journal. URL: <https://openmicrobiologyjournal.com/VOLUME/16/ELOCATOR/>

e187428582206160 (дата обращения: 15.03.2023). DOI: 10.2174/18742858-v16-e2206160.

18. Bhatt R.S., Soni L., Sahoo A. Methane production and microbial protein synthesis in adult sheep fed total mixed ration as mash and as complete feed block // *Carbon Management*. 2019. Vol. 10. Pp. 241-253. URL: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/17583004.2019.1586280> (дата обращения: 11.04.2019).

19. Andrianova E., Egorov I. New generation protein supplement in combined feeds for broiler chickens // *E3S Web of Conferences*. 1st International Scientific and Practical Conference «Innovative Technologies in Environmental Engineering and Agroecosystems» (ITEEA 2021). 2021. Vol. 262. 02001. URL: https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/abs/2021/38/e3sconf_iteea_2021_02001/e3sconf_iteea2021_02001.html (дата обращения: 24.05.2021). DOI: 10.1051/e3sconf/202126202001.

20. Андрианова Е.Н., Егоров И.А. Микробный белок в комбикормах для цыплят-бройлеров // *Птица и птицепродукты*. 2021. № 2. С. 40-43. DOI: 10.30975/2073-4999-2021-23-2-40-43.

21. Андрианова Е.Н., Егоров И.А. Использование белка микробиологического синтеза в кормлении перепелов // *Птица и птицепродукты*. 2022. № 6. С. 12-14. DOI: 10.30975/2073-4999-2022-24-6-12-14.

22. Boetius A. Microfauna – Macrofauna Interaction in the Seafloor: Lesson from the Tuberworm // *PLoS Biology*. 2005. Vol. 3. No 3. Pp. 3375-3780.

23. Источники кормового белка в России / Л.А. Текутьева [и др.] // *Хранение и переработка сельхозсырья*. 2015. № 7. С. 55-59.

24. Kutschera U. Plant-associated methylobacteria as coevolved phytosymbionts: a hypothesis // *Plant Signaling & Behavior*. 2007. Vol. 2. Pp. 74-78.

25. Производство белково-витаминной добавки (гаприн) на основе свалочных газов полигонов ТКО / А.В. Луканин [и др.] // *Экология и промышленность России*. 2023. Т. 27. № 3. С. 4-11.

References

1. Zhuravel N.A., Miftakhutdinov A.V., Sukhanova S.F. *Economic assessment of stress prevention in broiler chickens in the pre-slaughter period*. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. The proceedings of the conference AgroCON-2019. 2019: 012056.

2. Skvortsova L.N. et al. The use of probiotics for improving the biological potential of broiler chickens. *International Journal of Pharmaceutical Research*. 2018; (10-4): 760.

3. Shkalenko V.V. Vliyanie biologicheski aktivnoi dobavki v sostave ratsiona na gematologicheskie pokazateli sel'skokhozyaistvennoi ptitsy [Influence of biologically active supplement in the composition of diet on hematological indicators of agricultural poultry]. *Vestnik Kurganskoj GSHA*. 2021; (1-37): 51-55. (In Russ).

4. Lysko S.B. et al. Immunomoduliruyushchaya effektivnost' fitopreparata na osnove khvoi pri vaksinatсии tsyplyat-broilerov protiv n'yukaslskoi bolezni [Immunomodulatory efficacy of a phytopreparation based on needles in vaccinating broiler chickens against Newcastle disease]. *Ptitsevodstvo*. 2023; (5): 70-74. (In Russ).

5. Novikova M.V. et al. Vliyanie antibakterial'nogo sredstva i fitobiotika na osnove betulina na formirovanie myshechnogo volokna i kachestvo myasa tsyplyat-broilerov [The effect of an antibacterial agent and a phytobiotic based on betulin on the formation of muscle fiber and the quality of meat in broiler chickens]. *Ptitsevodstvo*. 2022; (1): 12-15. (In Russ).

6. Sukhanova S.F., Kozhevnikov S.V. Kompleksnoe primeneniye kaliya iodistogo i bentonita v kombikormakh dlya tsyplyat-broilerov [Complex application of potassium iodide and bentonite in feed for broiler chickens]. *Siberian Herald of Agricultural Science*. 2010; (5-209): 112-115. (In Russ).

7. Egorov I.A. et al. *Rukovodstvo po kormleniyu sel'skokhozyaistvennoi ptitsy* [Poultry Feeding Guide]. Sergiev Posad: VNITIP; 2019: 215. (In Russ).

8. Egorov I.A. et al. *Nastavleniya po ispol'zovaniyu netraditsionnykh kormov v ratsionakh ptitsy* [Guidelines for the use of non-traditional feeds in poultry diets]. Sergiev Posad: VNITIP; 2016: 59. (In Russ).

9. Sukhanova S.F. Kompleksnoe primeneniye probiotika i bentonita [Combined use of probiotic and bentonite]. *Ptitsevodstvo*. 2009; (9): 36. (In Russ).

10. Volobueva E.S. Izuchenie vliyaniya funktsional'nogo bioprodukta na rost i sokhrannost' perepelov [Study of the influence of a functional bioproduct on the growth and safety of quails]. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2019; (10): 49-52. (In Russ).

11. Sharvadze R.L., Sukhanova S.F., Babukhadaya K.R. Influence of zeolites of different deposits on egg production of chickens. *XV International Scientific Conference «INTERAGROMASH 2022»*. 2023: 70-78.

12. Polunochkina T.V. Innovatsionnyi podkhod k finishnym ratsionam tsyplyat-broilerov s tsel'yu uvelicheniya produktivnosti [An innovative approach

to broiler finisher diets to increase productivity]. *Ptitsevodstvo*. 2023; (5): 41-46. (In Russ).

13. Glukhikh S.V. Razvitie metanotrofnoi biotekhnologii [Development of methanotrophic biotechnology]. *Kombikorma*. 2019; (11): 44-46. (In Russ).

14. Bingol N.T. et al. Effects of the replacement of soybean meal with pea as dietary protein source on the serum protein fractions of broilers. *Brazilian Journal of Poultry Science*. 2016; (18-4): 639-644. DOI: 10.1590/1806-9061-2016-0270.

15. Fru-Nji F., Niess E., Pfeffer E. Effect of Graduated Replacement of Soybean Meal by Faba Beans (*Vicia faba* L.) or Field Peas (*Pisum sativum* L.) in Rations for Laying Hens on Egg Production and Quality. *The Journal of Poultry Science*. 2007; (44): 34-41. DOI:10.2141/jpsa.44.34.

16. Bregendahl K., Sell J.L., Zimmerman D.R. Effect of low protein diet on performance and body composition of broiler chicks. *Poultry Science*. 2002; (82-2): 301-308.

17. Onyeaka H. et al. Single Cell Protein for Foods and Feeds: A Review of Trends. *Open Microbiology Journal*. URL: <https://openmicrobiologyjournal.com/VOLUME/16/ELOCATOR/e187428582206160> (Accessed: 15.03.2023). DOI: 10.2174/18742858-v16-e2206160.

18. Bhatt R.S., Soni L., Sahoo A. Methane production and microbial protein synthesis in adult sheep fed total mixed ration as mash and as complete feed block. *Carbon Management*. 2019; (10): 241-253. URL: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/17583004.2019.1586280> (Accessed: 11.04.2019).

19. Andrianova E., Egorov I. New generation protein supplement in combined feeds for broiler chickens. *E3S Web of Conferences. 1st International Scientific and Practical Conference «Innovative Technologies in Environmental Engineering and Agroecosystems» (ITEEA 2021)*. 2021; (262): 02001. URL: https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/abs/2021/38/e3sconf_iteea_2021_02001/e3sconf_iteea2021_02001.html (Accessed: 24.05.2021). DOI: 10.1051/e3sconf/202126202001.

20. Andrianova E.N., Egorov I.A. Mikrobnii belok v kombikormakh dlya tsyplyat-broilerov [Microbial protein in feed for broiler chickens]. *Poultry & chicken products*. 2021; (2): 40-43. DOI: 10.30975/2073-4999-2021-23-2-40-43. (In Russ).

21. Andrianova E.N., Egorov I.A. Ispol'zovanie belka mikrobiologicheskogo sinteza v kormlenii perepelov [The use of protein of microbiological synthesis in feeding quails]. *Poultry & chicken products*. 2022; (6): 12-14. DOI: 10.30975/2073-4999-2022-24-6-12-14. (In Russ).

22. Boetius A. Microfauna – Macrofauna Interaction in the Seafloor: Lesson from the Tuberworm. *PLoS Biology*. 2005; (3-3): 3375-3780.

23. Tekutyeva L.A. Istochniki kormovogo belka v Rossii [Sources of feed protein in Russia]. *Storage and Processing of Farm Products*. 2015; (7): 55-59. (In Russ).

24. Kutschera U. Plant-associated methylobacteria as coevolved phytosymbionts: a hypothesis. *Plant Signaling & Behavior*. 2007; (2): 74-78.

25. Lukanin A.V. Proizvodstvo belkovo-vitaminnoi dobavki (gaprin) na osnove svalochnykh gazov poligonov TKO [Production of a protein-vitamin supplement (gaprin) based on landfill gases from MSW landfills]. *Ecology and Industry of Russia*. 2023; (27-3): 4-11. (In Russ).

Информация об авторах

Е.Н. Андрианова – доктор сельскохозяйственных наук. AuthorID 621596.

И.А. Егоров – доктор биологических наук, профессор, академик РАН. AuthorID 605367.

Е.С. Демидова – аспирант. AuthorID 1148084.

Т.М. Заборская – кандидат технических наук. AuthorID 609993.

А.В. Синеви́ч – начальник отдела маркетинга.

Information about the author

E.N. Andrianova – Doctor Of Agricultural Sciences. AuthorID 621596.

I.A. Egorov – Doctor of Biological Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences. AuthorID 605367.

E.S. Demidova – graduate student. AuthorID 1148084.

T.M. Zaborskaya – Candidate Of Technical Sciences. AuthorID 609993.

A.V. Sinevich – head of marketing department.

Статья поступила в редакцию 07.06.2023; одобрена после рецензирования 27.06.2023; принята к публикации 30.08.2023.

The article was submitted 07.06.2023; approved after reviewing 27.06.2023; accepted for publication 30.08.2023.