

Животноводство и кормопроизводство. 2022. Т. 105, № 4. С. 122-130.
Animal Husbandry and Fodder Production. 2022. Vol. 105, no 4. P. 122-130.

Научная статья
УДК 636.5:636.087:591.11
doi:10.33284/2658-3135-105-4-122

Эффективность использования эмульгаторов в кормлении цыплят-бройлеров

Кристина Владимировна Рязанцева¹, Елена Анатольевна Сизова², Айна Маратовна Камирова³
^{1,2,3}Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, Оренбург, Россия
¹reger94@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5134-0396>
²sizova.178@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5125-5981>
³ayna.makaeva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1474-8223>

Аннотация. С целью удовлетворения высоких энергетических потребностей обычно в рецептуру рационов включают жиры, поскольку их калорийность значительно выше, чем у углеводов и белков. Однако в силу объективных причин, таких как сложность переваривания, возрастные особенности желудочно-кишечного тракта, использование жира в рационе ограничено, а высокие дозы оказываются неэффективными. Повысить количество усвояемых жиров без увеличения дозы их введения в рацион возможно, применяя эмульгирующие добавки. Целью исследования явилась оценка эффективности применения экзогенного эмульгатора Лесимакс Премиум в дозе 0,05 %, его влияния на продуктивность и профиль липидных фракций в крови цыплят-бройлеров. Максимальные приросты живой массы наблюдаются в период с 28 на 35 сутки в опытной группе, разница составила 54,5 % по отношению к контролю. К концу опытного периода (42 сутки) разница между группами – 14 %. Наименьшие затраты корма отмечены у бройлеров опытной группы. Так, разница с контролем составила 3,6 %. Предубойная живая масса цыплят-бройлеров опытной группы выше контрольных на 8,7 % ($P \leq 0,05$). При этом масса мышечной ткани опытной группы была выше на 15,4 % ($P \leq 0,05$) по сравнению с контрольной. Скармливание эмульгатора влияло на показатели холестерина, триглицеридов, и липопротеинов низкой плотности ЛПНП в сыворотке крови. Так, концентрация холестерина снижена на 0,71 ммоль/л по отношению к контролю. Триглицериды сыворотки крови опытной группы находятся в пределах контрольных значений. Наблюдается снижение ЛПНП в опытной группе на 0,3 ммоль/л относительно показателей контрольной группы. Таким образом, результаты данного исследования свидетельствуют о том, что добавление 0,05 % эмульгатора Лесимакс Премиум снижает потребление корма, при этом обеспечивает хороший продуктивный эффект.

Ключевые слова: цыплята-бройлеры, кормление, жиры, эмульгаторы, Лесимакс Премиум, липиды крови

Благодарности: работа выполнена в соответствии с планом НИР на 2021-2023 гг. ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (№ 0761-2019-0005).

Для цитирования: Рязанцева К.В., Сизова Е.А., Камирова А.М. Эффективность использования эмульгаторов в кормлении цыплят-бройлеров // Животноводство и кормопроизводство. 2022. Т. 105, № 4. С. 122-130. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-105-4-122>

Original article

The effectiveness of emulsifiers in feeding broiler chickens

Kristina V Ryazantseva¹, Elena A Sizova², Ayna M Kamirova³
^{1,2,3}Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, Orenburg, Russia
¹reger94@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5134-0396>
²sizova.178@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5125-5981>
³ayna.makaeva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1474-8223>

Abstract. In order to meet high energy needs, fats are usually included in the formula of diets, since their calorie content is significantly higher than that of carbohydrates and proteins. However, due to

objective reasons, such as the complexity of digestion, age-related features of the gastrointestinal tract, the use of fat in the diet is limited, and high doses are ineffective. It is possible to increase the amount of digestible fats without increasing the dose by introducing them into the diet using emulsifying additives. The aim of the study was to evaluate the effectiveness of the use of the exogenous emulsifier "Lesimax Premium" at a dose of 0.05%, its effect on productivity and the profile of lipid fractions in the blood of broiler chickens. The maximum gains in live weight are observed: in the period from 28 to 35 days in the experimental group, the difference was 54.5% compared to the control. By the end of the experimental period (42 days), the difference between the groups was 14%. The lowest feed costs were observed in broilers of the experimental group. Thus, the difference with the control was 3.6%. The pre-slaughter live weight of chickens - broilers of the experimental group is higher than the control ones by 8.7% ($P \leq 0,05$). At the same time, the weight of muscle tissue of the experimental group was higher by 15.4% ($P \leq 0,05$) compared to the control group. Emulsifier feeding affected serum levels of cholesterol, triglycerides, and low-density lipoprotein LDL. Thus, the concentration of cholesterol is reduced by 0.71 mmol/l, in relation to the control. Triglycerides of the blood serum of the experimental group are within the control values. There is a decrease in LDL in the experimental group by 0.3 mmol/l relative to the control group. Thus, the results of this study indicate that the addition of 0.05% Lesimax Premium emulsifier reduces feed intake, while providing a good productive effect.

Keywords: broiler chickens, feeding, fats, emulsifiers, Lesimax Premium, blood lipids

Acknowledgments: the work was performed in accordance to the plan of research works for 2021-2023 FSSI FRC BST RAS (No. 0761-2019-0005).

For citation: Ryazantseva KV, Sizova EA., Kamirova AM. The effectiveness of emulsifiers in feeding broiler chickens. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2022;105(4):122-130. (In Russ.). <https://doi.org/10.33284/2658-3135-105-4-122>

Введение.

Для достижения высоких показателей живой массы, наряду с углеводами, белками, минералами и витаминами, цыплята-бройлеры нуждаются в энергии. С целью удовлетворения высоких энергетических потребностей обычно в рецептуру рационов включают жиры, поскольку их калорийность значительно выше, чем у углеводов и белков (Овчинников Д.Д., 2018). Другие преимущества введения жиров заключаются в улучшении вкусовых качеств, усвоения жирорастворимых витаминов и обеспечении незаменимыми жирными кислотами (Hu XQ et al., 2019). Кроме того, жир замедляет скорость прохождения пищи через пищеварительный тракт, что даёт больше времени для лучшего пищеварения и усвоения питательных веществ (Park JH et al., 2018). Однако в силу объективных причин, таких как сложность переваривания, возрастные особенности желудочно-кишечного тракта, использование жира в рационе ограничено, а высокие дозы оказываются неэффективными. Повысить количество усвояемых жиров без увеличения дозы их введения в рацион возможно, применяя эмульгирующие добавки (Рязанцева К.В. и Сизова Е.А., 2022).

Жир не может быть переварен, если он не эмульгирован. Процесс переваривания жиров катализируют два основных фактора, дополняющих друг друга: липаза с колипазой и эмульгатор. Эмульгаторы способствуют расщеплению капель жира на более мелкие частицы, обеспечивая липазу способностью легко и эффективно воздействовать на триглицериды. Эффективность эмульгирования является основным фактором, определяющим степень переваривания и всасывания жиров (Bontempo V et al., 2018). В настоящее время применяют как натуральные (желчные кислоты и соли, лецитин, казеин), так и синтетические (лизолецитин, лизофосфатидилхолин, моно- и диолеаты полиоксиэтиленгликоля) вещества, обладающие эмульгирующими свойствами (Сизова Е.А. и Рязанцева К.В., 2022). Однако проблема эффективности применения эмульгаторов различного происхождения остается актуальной.

Цель исследований.

Изучить потенциал экзогенного эмульгатора Лесимакс Премиум, содержащий гидролизованый лецитин (в т. ч. лизофосфолипиды), двуокись кремния, в отношении улучшения использования подсолнечного масла цыплятами-бройлерами и его влияния на продуктивность и концентрацию липидов в сыворотке крови.

Материалы и методы исследования.

Объект исследования. Цыплята-бройлеры кросса Arbor Acres.

Обслуживание животных и экспериментальные исследования были выполнены в соответствии с инструкциями и рекомендациями российских нормативных актов (1987 г.; Приказ Минздрава СССР No 755 от 12.08.1977 «О мерах по дальнейшему совершенствованию организационных форм работы с использованием экспериментальных животных»), принципами надлежащей лабораторной практики (Национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р 53434-2009), протоколами Женевской конвенции и «Guide for the Care and Use of Laboratory Animals» (National Academy Press, Washington, D.C., 1996). Все процедуры над животными были выполнены в соответствии с правилами Комитета по этике животных ФНЦ БСТ РАН. При проведении исследований были предприняты меры для обеспечения минимума страданий животных и уменьшения количества исследуемых опытных образцов.

Схема эксперимента. Исследования проведены в период с 2021 по 2022 год на базе вивария ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН. Методом пар-аналогов из 7-суточных цыплят-бройлеров сформировано 2 группы (n=35): контрольная и опытная.

Схема рационирования была двухэтапной: с 7 по 27 день (стартовый рацион) и с 28 по 42 день (ростовой рацион). Рационы были приготовлены в соответствии с рекомендациями ВНИТИП (Егоров И.А. и др., 2019). Стартовый рацион содержал 12,61 МДж/кг обменной энергии и 4 % жира, ростовой – 13,4 МДж/кг обменной энергии и 6 % жира. В рацион цыплят-бройлеров опытной группы добавляли 0,05 % экзогенного эмульгатора Лесимак Премиум (гидролизированный лецитин, в т. ч. лизофосфолипиды, двуокись кремния) (ТЕХВЕТ, Россия) в течение всего эксперимента. Длительность эксперимента – 35 суток.

Оборудование и технические средства. Исследования выполнены в ЦКП БСТ РАН <http://цкп-бст.рф>. Биохимический анализ сыворотки крови исследован на автоматическом биохимическом анализаторе CS-T240 («Dirui Industrial Co., Ltd», Китай).

Статистическая обработка. Обработка полученных результатов произведена при помощи офисного программного приложения «Microsoft Office» с применением «Excel» («Microsoft», США) и «Statistica 10.0» («Stat Soft Inc.», США). Для оценки статистической значимости использовали параметрический t- критерий Стьюдента, достоверными считали значения при $P \leq 0,05$.

Результаты исследований.

Согласно полученным результатам максимальные приросты наблюдаются в период с 28 на 35 сутки в опытной группе, разница составила 54,5 % по отношению к контролю. К концу опытного периода разница между группами – 14 % (рис. 1).

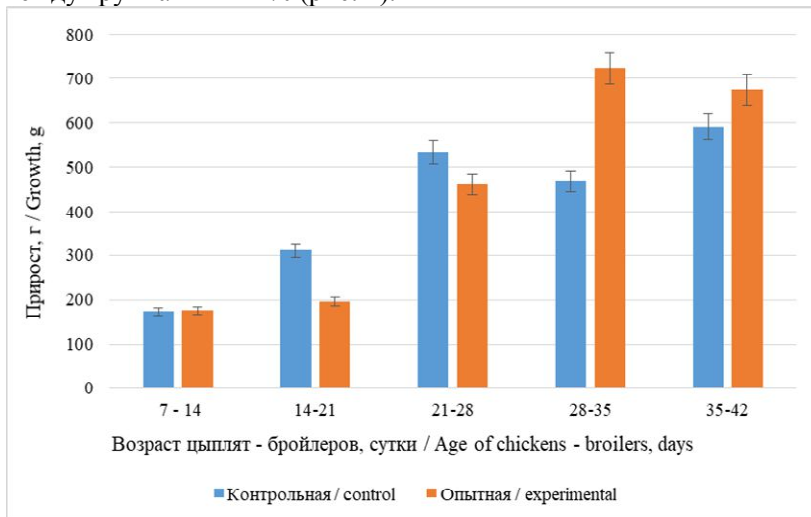


Рис. 1 - Динамика еженедельного прироста живой массы цыплят-бройлеров кросса Arbor Acres в эксперименте (n=35), г

Figure 1 - Dynamics of week live weight gain of broilers chickens of Arbor Acres cross in the experiment (n=35), g

Комплексным показателем, характеризующим эффективность выращивания птицы, являются затраты корма на единицу прироста живой массы. Наименьшие затраты корма отмечены у бройлеров опытной группы, получавшей кормосмесь с включением 0,05 % эмульгатора. Так, разница с контролем составила 3,6 % (рис. 2).

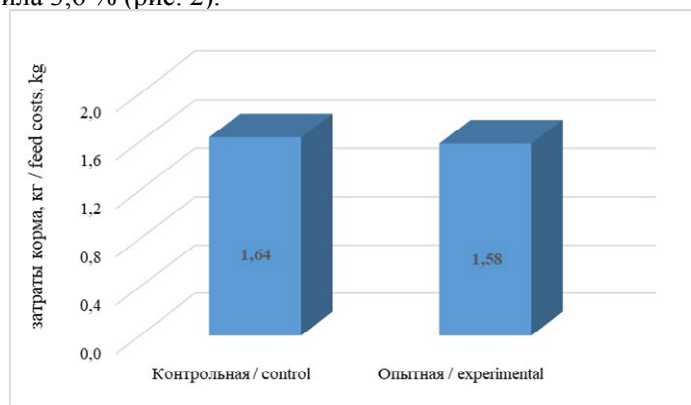


Рис. 2 – Затраты корма на 1 кг прироста живой массы цыплят-бройлеров
Figure 2 - Feed costs per 1 kg of live weight gain of broiler chickens

Мясная продуктивность птицы оценивается по проведению анатомической разделки туш цыплят-бройлеров, в частности определение предубойной живой массы, массы полупотрошённой и потрошённой тушки, количество съедобных и несъедобных частей, а также убойный выход (табл. 1).

Таблица 1 – Мясная продуктивность цыплят-бройлеров кросса Arbor Acres, г (n=35, M±SEM)
Table 1. Meat productivity of broiler chickens of Arbor Acres cross, g (n=35, M±SEM)

Показатель / Indicators	Группа / Group	
	контрольная/control	опытная/experimental
Предубойная живая масса/Pre-slaughter live weight	2 313,00±37,9	2 514,67±56,8*
Полупотрошённая тушка / Semi-eviscerated carcass	2 038,33±33,1	2 188,67±77,7
Потрошённая тушка / Eviscerated carcass	1 634,00±41,9	1 815,77±59,8
Мышечная ткань / Muscle tissue	1 211,25±45,6	1 398,36±31,9*
Костная ткань / Bone tissue	326,33±4,1	329,00±3,1
Съедобная часть / Edible part	1 737,22±36,2	1 881,66±85,2
Несъедобная часть / Inedible part	557,07±5,01	580,04±24,8
Съедобная часть/несъедобная часть / Edible part/Inedible part	3,12±0,04	3,24±0,17
Убойный выход / Slaughter yield	70,62±0,7	72,23±0,6

Примечание: * – $P \leq 0,05$ при сравнении с контрольной группой

Note: * – $P \leq 0.05$ compared with the control group

Полученные данные свидетельствуют о том, что предубойная живая масса цыплят-бройлеров опытной группы выше контроля на 201 г или 8,7 % ($P \leq 0,05$). Наивысшая масса потрошённой тушки отмечается в опытной группе, разница с контролем составила 181 г. При этом показатель мышечной ткани цыплят-бройлеров опытной группы был выше контроля на 15,4 % ($P \leq 0,05$).

Обнаружены изменения в составе сыворотки крови в опытной группе. Так, концентрация холестерина снижена на 0,71 ммоль/л по отношению к контролю. Триглицериды сыворотки крови опытной группы находятся в пределах контрольных значений. Наблюдается снижение липопротеинов низкой плотности (ЛПНП) в опытной группе на 0,3 ммоль/л относительно показателей контрольной группы (рис. 3).

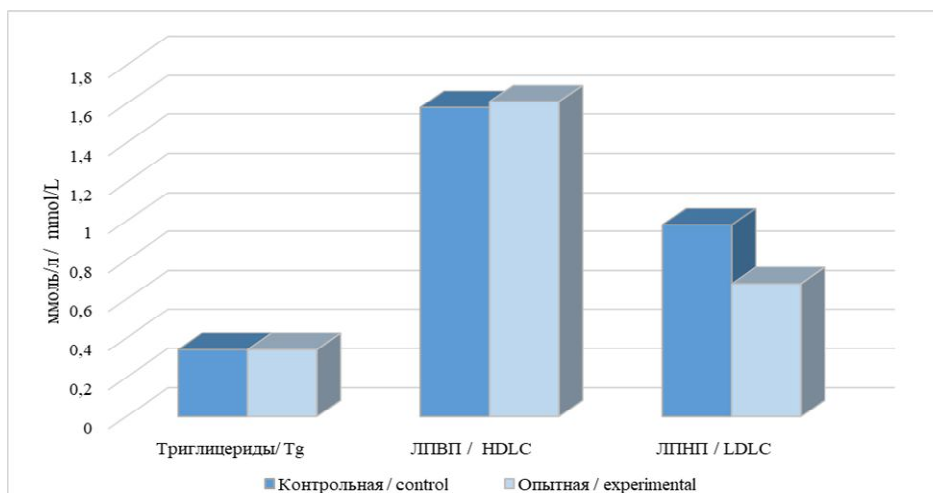


Рис. 3 – Липидные фракции крови цыплят-бройлеров кросса Arbor Acres опытной и контрольной групп в эксперименте (n=10), ммоль/л
Figure 3 – Blood lipid fractions of broilers chickens of the Arbor Acres of the experimental and control groups in the experiment (n=10), mmol/l

Таким образом, включение в рацион добавок Лесимакс Премиум в дозировке 0,05 % сопровождается низкими затратами корма на 1 кг прироста и максимальными приростами живой массы. Анализ метаболитов липидного обмена сыворотки крови подтверждает эффективность использования эмульгатора в кормлении цыплят-бройлеров.

Обсуждение полученных результатов.

В последние годы цена на зерновые культуры (как источник энергии) продолжает расти, в связи с чем введение липидов в состав рационов для бройлеров стало общеприменимой практикой (Dridi S et al., 2022). Однако только эндогенные эмульгаторы не могут поддерживать адекватный метаболизм липидов у птиц. В этой связи экзогенные эмульгаторы эффективны как усилители метаболизма липидов и, как следствие, продуктивности бройлеров (Околелова Т.М. и Енгашев С.В., 2020).

Многими исследованиями подтверждено положительное влияние масла в рационе на продуктивность цыплят-бройлеров (Haetinger VS et al., 2021). Использование эмульгатора в птицеводстве способствует повышению переваримости жира, а также обеспечению необходимой коррекции (уменьшение) обменной энергии рациона на 8,5-10,0 ккал/100 г без потерь продуктивности (Kamran J et al., 2020). Эмульгаторы, образуя связь между водо- и жирорастворимыми веществами, увеличивают активную поверхность жиров. В результате повышается активность липазы, способствующая гидролизу молекул триглицеридов на жирные кислоты и моноглицериды (Upadhaya SD et al., 2017).

Эмульгаторы, повышая переваривание жира, обеспечивают хорошие показатели продуктивности. Так, максимальные приросты наблюдаются в период с 28 на 35 сутки в опытной группе, разница составила 54,5 % по отношению к контролю. К концу опытного периода разница между группами – 14 %.

Результаты текущего исследования были аналогичны ранее полученным, которые показали, что добавление эмульгаторов в рацион, содержащий жир растительного происхождения, улучшает общую продуктивность, усвояемость энергии, а также качество мяса у бройлеров (An JS et al., 2020). Повышение продуктивности птицы при добавлении эмульгатора, возможно, связано с лучшей усвояемостью липидов, что может привести к увеличению роста цыплят, вследствие хорошей поедаемости. Такие результаты могут быть обусловлены активностью эмульгатора, который при-

водит к усиленному гидролизу липидов (Upadhaya SD et al., 2018). Так, предубойная живая масса цыплят-бройлеров опытной группы выше контроля на 201 г или 8,7 %. Наивысшая масса потрошённой туши отмечается в опытной группе, разница с контролем составила 181 г. При этом масса мышечной ткани опытной группы была выше контроля на 15,4 % ($P \leq 0,05$).

Профиль крови, как правило, связан с состоянием здоровья и уровнем обмена веществ, так как его значения являются отличными индикаторами метаболизма. В частности, снижение профиля липидов в сыворотке крови отражает усиленный метаболизм (Zhao PY et al., 2017). Введение в рацион эмульгатора приводит к снижению холестерина на 0,71 ммоль/л и ЛПНП – на 0,3 ммоль/л относительно показателей контрольной группы.

Заключение.

Результаты данного исследования свидетельствуют о том, что добавление 0,05 % эмульгатора Лесимакс Премиум к рациону цыплят-бройлеров снижает потребление корма и приводит к росту живой массы. Дальнейшие исследования необходимы для изучения дозозависимого эффекта.

Список источников

1. Руководство по кормлению сельскохозяйственной птицы: метод. пособие / И.А. Егоров, В.А. Манукян, Т.Н. Ленкова, Т.А. Егорова, Т.М. Околелова, Е.Н. Андрианова, А.Н. Шевяков, Т.В. Егорова, Е.Ю. Байковская, Н.Н. Гогина, Л.И. Криворучко, И.Г. Сысоева (ФНЦ «ВНИТИП» РАН), И.Г. Панин, В.В. Гречишников, А.И. Панин, С.В. Кустова (КормРесурс), В.А. Афанасьев (ВНИИКП), Ю.А. Пономаренко (ООО «Фермент»); под общ. ред. академика РАН В.И. Фисинина и академика РАН И.А. Егорова. М.: ЛИКА, 2019. 215 с. [Egorov IA, Manukyan VA, Lenkova TN, Egorova TA, Okolelova TM, Andrianova EN, Shevyakov AN, Egorova TV, Baykovskaya EY, Gogina NN, Krivoruchko LI, Sysoeva IG. (FNTs «VNITIP» RAN), Panin IG, Grechishnikov VV, Panin AI, Kustova SV (KormResurs), Afanasiev VA (VNIKIP), Ponomarenko YA (ООО «Ferment»). Rukovodstvo po kormleniyu sel'skokhozyaistvennoy ptitsy: metod. posobie. pod obshch. red. akademika RAN V.I. Fisinina i akademika RAN I.A. Egorova. Moscow: LIKA; 2019: 215 p. (*In Russ.*)].
2. Овчинников Д.Д. Использование растительных жиров в кормлении сельскохозяйственной птицы // Теория и практика современной науки. 2018. № 2(32). С. 290-292. [Ovchinnikov DD. The use of vegetable fats in feeding poultry. *Teorija i praktika sovremennoj nauki*. 2018;2(32):290-292. (*In Russ.*)].
3. Околелова Т.М., Енгашев С.В. Роль экзогенных эмульгаторов в повышении эффективности использования липидов корма // Ветеринария и кормление. 2020. № 5. С. 29-33. [Okolelova TM, Engashev SV. The role of exogenous emulsifiers in improving the efficiency of the use of feed lipids. *Veterinaria i kormlenie*. 2020;5:29-33. (*In Russ.*)]. doi: 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2020-5-9
4. Рязанцева К.В., Сизова Е.А. Влияние эмульгаторов на продуктивность и липидный профиль цыплят-бройлеров // Селекционные и технологические аспекты интенсификации производства продуктов животноводства: по материалам Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, посвящ. 150-летию со дня рожд. академика М.Ф. Иванова, (г. Москва, 03-04 марта 2022 г.). М: Российский государственный аграрный университет-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2022. Ч. II. С. 87-91. [Ryazantseva KV, Sizova EA. Vlijanie jemul'gatorov na produktivnost' i lipidnyj profil' cypljat-brojlerov. (Conference proceedings) Selekcionnye i tehnologicheskie aspekty intensivifikacii proizvodstva produktov zhivotnovodstva: po materialam Vserossijskoj nauch.-prakt. konf. s mezhdunar. uchastiem, posvjashhennoj 150-letiju so dnja rozhdenija akademika M.F. Ivanova, (g. Moscow, 03-04 marta 2022 g.). Moscow: Rossijskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet-MSHA im. K.A. Timirjazeva; 2022; II:87-91. (*In Russ.*)].
5. Сизова Е.А., Рязанцева К.В. Жиры и эмульгаторы в кормлении цыплят-бройлеров (обзор) // Сельскохозяйственная биология. 2022. Т. 57. № 4. С. 664-680. [Sizova EA, Ryazantseva KV. Fats and emulsifiers in feeding broiler chickens (review). *Sel'skokhozyaistvennaya Biologiya [Agricultural Biology]*. 2022;57(4):664-680. (*In Russ.*)]. doi: 10.15389/agrobiology.2022.4.664rus doi: 10.15389/agrobiology.2022.4.664eng

6. An JS, Yun W, Lee JH, Oh HJ, Kim TH, Cho EA, Kim GM, Kim KH, Lee, SD, Cho JH. Effects of exogenous emulsifier supplementation on growth performance, energy digestibility, and meat quality in broilers. *Journal of Animal Science and Technology*. 2020;62(1):43-51. doi: 10.5187/jast.2020.62.1.43
7. Bontempo V, Comi M, Jiang XR, Rebutti R, Caprarulo V, Giromini C, Baldi A. Evaluation of a synthetic emulsifier product supplementation on broiler chicks. *Animal Feed Science and Technology*. 2018;240:157-164. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2018.04.010
8. Dridi S, Maynard CW, Wen J, Gilbert ER. Editorial: fat metabolism and deposition in poultry: physiology, genetics, nutrition and interdisciplinary research, volume I. *Frontiers in Physiology*. 2022;13:937081. doi: 10.3389/fphys.2022.937081
9. Haetinger VS, Dalmoro YK, Godoy GL, Lang MB, de Souza OF, Aristimunha P, Stefanello C. Optimizing cost, growth performance, and nutrient absorption with a bio-emulsifier based on lysophospholipids for broiler chickens. *Poult Sci*. 2021;100(4):101025. doi: 10.1016/j.psj.2021.101025
10. Hu XQ, Wang WB, Liu L, Wang C, Feng W, Luo QP, Han R, Wang XD. Effects of fat type and emulsifier in feed on growth performance, slaughter traits, and lipid metabolism of Cherry Valley ducks. *Poultry Science*. 2019;98(11):5759-5766. doi: 10.3382/ps/pez369
11. Kamran J, Mehmood S, Rahman MA, Mahmud A, Hussain M, Rehman A, Qamar SH. Effect of fat sources and emulsifier supplementation in broiler starter, grower and finisher diets on performance, nutrient digestibility, and carcass parameters. *Brazilian Journal of Poultry Science*. 2020;22(03):1285. doi: 10.1590/1806-9061-2020-1285
12. Park JH, Nguyen DH, Kim IH. Effects of exogenous lysolecithin emulsifier supplementation on the growth performance, nutrient digestibility, and blood lipid profiles of broiler chickens. *The Journal of Poultry Science*. 2018;55(3):190-194. doi: 10.2141/jpsa.0170100
13. Upadhaya SD, Lee JS, Jung KJ, Kim IH. Influence of emulsifier blends having different hydrophilic-lipophilic balance value on growth performance, nutrient digestibility, serum lipid profiles, and meat quality of broilers. *Poultry Science*. 2018;97(1):255-261. doi: 10.3382/ps/pex303
14. Upadhaya SD, Park JW, Park JH, Kim IH. Efficacy of 1, 3-diacylglycerol as a fat emulsifier in low-density diet for broilers. *Poultry Science*. 2017;96(6):1672-1678. doi: 10.3382/ps/pew425
15. Zhao PY, Kim IH. Effect of diets with different energy and lysophospholipids levels on performance, nutrient metabolism, and body composition in broilers. *Poult Sci*. 2017;96(5):1341-1347. doi: 10.3382/ps/pew469

References

1. Egorov IA, Manukyan VA, Lenkova TN, Egorova TA, Okolelova TM, Andrianova EN, Shevyakov AN, Egorova TV, Baykovskaya EYu, Gogina NN, Krivoruchko LI, Sysoeva IG. (FSC "VNITIP" RAS), Panin IG, Grechishnikov VV, Panin AI, Kustova SV (KormResurs), Afanasiev VA (VNIKIP), Ponomarenko YuA (Ferment LLC). Guidelines for feeding poultry: a method. allowance. under total ed. Academician of the Russian Academy of Sciences V.I. Fisinin and Academician of the Russian Academy of Sciences I.A. Egorova. Moscow: LIKA; 2019:215 p.
2. Ovchinnikov DD. The use of vegetable fats in feeding poultry. *Theory and Practice of the Modern Science*. 2018;2(32):290-292.
3. Okolelova TM, Engashev SV. The role of exogenous emulsifiers in improving the efficiency of the use of feed lipids. *Veterinary Science and Feeding*. 2020;5:29-33. doi: 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2020-5-9
4. Ryazantseva KV, Sizova EA. Influence of emulsifiers on the productivity and lipid profile of broiler chickens. (Conference proceedings) Selection and technological aspects of intensification of livestock production: based on the materials of All-Russian scientific and practical conf. with international participation, dedicated to the 150th anniversary of the birth of Academician M.F. Ivanov, (Moscow,

March 03-04, 2022). Moscow: Russian State Agrarian University-MAA named after K.A. Timiryazev; 2022; II:87-91.

5. Sizova EA, Ryazantseva KV. Fats and emulsifiers in feeding broiler chickens (review). *Sel'skokhozyaistvennaya Biologiya [Agricultural Biology]*. 2022;57(4):664-680. doi: 10.15389/agrobiology.2022.4.664eng

6. An JS, Yun W, Lee JH, Oh HJ, Kim TH, Cho EA, Kim GM, Kim KH, Lee, SD, Cho JH. Effects of exogenous emulsifier supplementation on growth performance, energy digestibility, and meat quality in broilers. *Journal of Animal Science and Technology*. 2020;62(1):43-51. doi: 10.5187/jast.2020.62.1.43

7. Bontempo V, Comi M, Jiang XR, Rebucci R, Caprarulo V, Giromini C, Baldi A. Evaluation of a synthetic emulsifier product supplementation on broiler chicks. *Animal Feed Science and Technology*. 2018;240:157-164. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2018.04.010

8. Dridi S, Maynard CW, Wen J, Gilbert ER. Editorial: fat metabolism and deposition in poultry: physiology, genetics, nutrition and interdisciplinary research, volume I. *Frontiers in Physiology*. 2022;13: 937081. doi: 10.3389/fphys.2022.937081

9. Haetinger VS, Dalmoro YK, Godoy GL, Lang MB, de Souza OF, Aristimunha P, Stefanello C. Optimizing cost, growth performance, and nutrient absorption with a bio-emulsifier based on lysophospholipids for broiler chickens. *Poult Sci*. 2021;100(4):101025. doi: 10.1016/j.psj.2021.101025

10. Hu XQ, Wang WB, Liu L, Wang C, Feng W, Luo QP, Han R, Wang XD. Effects of fat type and emulsifier in feed on growth performance, slaughter traits, and lipid metabolism of Cherry Valley ducks. *Poultry Science*. 2019;98(11):5759-5766. doi: 10.3382/ps/pez369

11. Kamran J, Mehmood S, Rahman MA, Mahmud A, Hussain M, Rehman A, Qamar SH. Effect of fat sources and emulsifier supplementation in broiler starter, grower and finisher diets on performance, nutrient digestibility, and carcass parameters. *Brazilian Journal of Poultry Science*. 2020;22(03):1285. doi: 10.1590/1806-9061-2020-1285

12. Park JH, Nguyen DH, Kim IH. Effects of exogenous lysolecithin emulsifier supplementation on the growth performance, nutrient digestibility, and blood lipid profiles of broiler chickens. *The Journal of Poultry Science*. 2018;55(3):190-194. doi: 10.2141/jpsa.0170100

13. Upadhaya SD, Lee JS, Jung KJ, Kim IH. Influence of emulsifier blends having different hydrophilic-lipophilic balance value on growth performance, nutrient digestibility, serum lipid profiles, and meat quality of broilers. *Poultry Science*. 2018;97(1):255-261. doi: 10.3382/ps/pex303

14. Upadhaya SD, Park JW, Park JH, Kim IH. Efficacy of 1, 3-diacylglycerol as a fat emulsifier in low-density diet for broilers. *Poultry Science*. 2017;96(6):1672-1678. doi: 10.3382/ps/pew425

15. Zhao PY, Kim IH. Effect of diets with different energy and lysophospholipids levels on performance, nutrient metabolism, and body composition in broilers. *Poult Sci*. 2017;96(5):1341-1347. doi: 10.3382/ps/pew469

Информация об авторах:

Кристина Владимировна Рязанцева, младший научный сотрудник центра «Нанотехнологии в сельском хозяйстве», Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января д. 29.

Елена Анатольевна Сизова, доктор биологических наук, руководитель центра «Нанотехнологии в сельском хозяйстве», Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, д. 29, тел.: 8-912-344-99-07.

Айна Маратовна Камирова, кандидат биологических наук, научный сотрудник центра «Нанотехнологии в сельском хозяйстве», Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января д. 29.

Information about authors:

Kristina V Ryazantseva, Junior Researcher, Centre for Nanotechnology in Agriculture, Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, 29 9 Yanvarya St., 460000, Orenburg.

Elena A Sizova, Dr. Sci. (Biology), Head of the Centre for Nanotechnology in Agriculture, Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, 29 9 Yanvarya St., 460000, Orenburg, tel.: 8-912-344-99-07.

Ауна М Камирова, Cand. Sci. (Biology), Researcher Centre for Nanotechnology in Agriculture, Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, 29 9 Yanvarya St., 460000, Orenburg.

Статья поступила в редакцию 07.11.2022; одобрена после рецензирования 10.11.2022; принята к публикации 12.12.2022.

The article was submitted 07.11.2022; approved after reviewing 10.11.2022; accepted for publication 12.12.2022.