

УДК 636.5.034

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНКАПСУЛИРОВАННОЙ ФИТАЗЫ НА ОСНОВЕ *YARROWIA LIPOLYTICA* С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОРМОВ ДЛЯ ЖИВОТНЫХ**Е.А. Овсейчик, Кляйн О.И., Н.Н. Гесслер, Ю.И. Дерябина, Е.П. Исакова***Институт биохимии им. А.Н. Баха, Федеральный исследовательский центр «Фундаментальные основы биотехнологии» РАН, Москва, Россия*

В настоящее время во всем мире увеличивается потребность населения в диетическом мясе, что способствует динамичному развитию новой отрасли птицеводства перепеловодства, которое является одним из источников удовлетворения потребности людей в такой птицеводческой продукции как яйца и мясо перепелов. Мясо этой птицы отличается нежной консистенцией, сочностью и ароматом [1]. Особенностью данного вида птицы является высокая яичная продуктивность и быстрая скороспелость. Самки начинают кладку яиц в возрасте 35–40 дней и за год дают до 250–280 яиц. При этом расход корма на 1 кг яичной массы в среднем составляет 2,8 – 3,1 кг, а масса яиц, снесенных самкой за 1 год, в 24 раза превышает массу тела самой самки, тогда как у лучших пород кур это соотношение равно 1:8 [2]. Наибольшее развитие яичное направление перепеловодства получило в Японии и странах Дальнего Востока, где перепелиные яйца в основном используют для лечебного и диетического питания [3], в то время как в странах Европы наиболее развито мясное направление перепеловодства.

Для получения высоких показателей продуктивности сельскохозяйственной птицы, в том числе и перепелов, необходимо использовать сбалансированные корма, важной составляющей частью которых является фосфор. В клетках всех живых организмов фосфор присутствует как в виде орто- и пирофосфатов, так и в составе фосфопротеинов, фосфолипидов, нуклеиновых кислот, гексозофосфатов и др. У позвоночных животных фосфор наряду с кальцием входит в состав костной ткани. Основной формой органического депо фосфора растительных компонентах кормов птицы является мио-инозитол гексакисфосфорная или фитиновая кислота – производное мио-инозитола, циклического спирта, фосфорилированного по всем 6 гидроксильным группам [4]. Фосфор фитатов, а также мио-инозитол становятся доступными для усвоения только после отщепления фосфата под действием ферментов фитаз [5]. В зернах хлебных злаков и бобовых, семенах масличных культур, которые и составляют основу кормов, их содержится 60–88 % от общего фосфора. Вследствие отсутствия фитаз в пищеварительных секретах моногастрических животных основная часть фосфора, входящего в состав растительных кормов, не усваивается организмом. В свою очередь недостаток фосфора приводит к выраженным нарушениям в формировании скелета животных. В последнее время все большее внимание уделяется использованию различных препаратов фитазы в кормлении сельскохозяйственной птицы [6]. Однако, при прохождении таких препаратов через желудочно-кишечный тракт птицы происходят существенные потери фермента вследствие кислотной денатурации и протеолиза. Технология инкапсуляции фитазы в клетках дрожжей-продуцентов в качестве микроконтейнеров позволяет существенно сократить потери этого фермента, а также увеличить его термостабильность. Экстремофильные дрожжи *Yarrowia lipolytica* являются перспективным объектом современной биотехнологии, в частности, для получения инкапсулированной фитазы главным образом за счет полного сиквенса ее генома и наличия специального инструментария, позволяющего создавать высокоэффективные штаммы-продуценты рекомбинантных белков.

Целью представленной работы является проведение экспериментальных исследований на перепелах по использованию пищевых добавок микроинкапсулированной фитазы *Obesumbacterium proteus* в дозе 500 FYT/кг корма на базе рекомбинантного продуцента *Y. lipolytica* Po1f pUV3-Op в рационах птицы и изучение влияния этих добавок на продуктивность молодняка и взрослых перепелов. Исследование проводили на базе СГЦ «Загорское ЭПХ» – филиала ФНЦ «ВНИТИП» РАН. Объектом исследования являлись перепела породы маньчжурские золотистые. Корма для экспериментальных животных были изготовлены из растительного сырья (кукуруза, пшеница, соевый шрот, соя полножирная, подсолнечный жмых, витаминный премикс с добавлением синтетических кормовых аминокислот лизина, метионина и треонина, но без использования сырья животного происхождения).

Содержание общего фосфора во всех трёх типах корма составляло 0,6 г/кг корма, а содержание доступного фосфора – 0,35–0,45 % г/кг корма, что было на 20–25 % ниже рекомендованных для перепелов значений. В ходе эксперимента, в суточном возрасте, было сформировано 6 групп перепелов по 25 голов в каждой, которые получали следующие типы корма: контрольная группа 1 –

корм с содержанием общего фосфора 0,8 % (0,45 % доступного фосфора) без добавок; контрольная группа 2 – корм с содержанием общего фосфора 0,6 % (0,35 % доступного фосфора) без добавок; опытная группа 3 – корм с добавкой микроинкапсулированной фитазы *O. proteus* в дозе 500 FYT/кг корма и содержанием общего фосфора 0,6 % (0,35 % доступного фосфора); опытная группа 4 – корм с добавкой микроинкапсулированной фитазы *O. proteus* в дозе 500 FYT/кг корма и содержанием общего фосфора 0,8 % (0,45 % доступного фосфора); опытная группа 5 – корм с добавкой, содержащей искусственно внесенную коммерческую фитазу Ладозим прокси из *Aspergillus ficuum* в дозе 4500 FYT/кг корма и содержанием общего фосфора 0,8 % (0,45 % доступного фосфора); опытная группа 6 – корм с добавкой, содержащей искусственно внесенную коммерческую фитазу Ладозим прокси из *A. ficuum* в дозе 4500 FYT/кг корма и содержанием общего фосфора 0,6 % (0,35 % доступного фосфора).

В ходе исследований было установлено, что выращивание и содержание перепелов на рационах с использованием пищевых добавок микроинкапсулированной фитазы *O. proteus* в дозе 500 FYT/кг корма на базе рекомбинантного продуцента *Y. lipolytica* оказалось положительное влияние на продуктивность молодняка и взрослых перепелов. Самая высокая живая масса перепелов в 42-дневном возрасте – 218,1 г была получена в группе 4, что было на 0,2 и 1,2 % выше, по сравнению с контрольными группами 1 и 2, а также на 3,3 и 5,5 % выше, чем в группах 5 и 6, соответственно. Наиболее низкие затраты корма на 1 кг прироста живой массы были отмечены у молодняка в опытной группе 4. В этой группе по сравнению с контрольными группами 1 и 2 затраты корма были ниже на 0,5 и 1,8 %, а по сравнению с опытными группами 5 и 6, затраты корма в группе 4 были ниже на 3,6 и 4,1 %. Затраты корма у взрослой птицы в опытной группе 4, по сравнению с контрольными группами 1 и 2 и опытными группами 5 и 6, были ниже на 3,5 и 9,0 % и 8,2 и 9,3 %, соответственно.

Масса потрошеной тушки в опытной группе 4 по сравнению с контрольными группами 1 и 2 была выше на 2,6 и 2,8 %, соответственно. По отношению к опытной группе 5 опытная группа 4 была достоверно выше на 6,6 % (при $p \leq 0,05$), а к опытной группе 6 – на 9,9 % (при $p \leq 0,001$). Опытная группа 3 по средней массе потрошеной тушки незначительно уступала контрольным группам 1 и 2, а также опытной группе 4. Однако по сравнению с опытными группами 5 и 6, показатели этой группы были выше на 2,6 и 5,8 %. Соответственно, с учетом высокой массы и упитанности тушек, убойный выход в опытной группе 4 был выше по сравнению с контрольными группами 1 и 2 на 0,7 и 1,1 %, а по сравнению с опытными группами 5 и 6 – на 2,2 и 2,6 %. Опытная группа 3 по этому показателю превышала опытные группы 5 и 6 на 0,8 и 1,2 %, соответственно. Существенных различий по массе и состоянию внутренних органов, а также по химическому составу мяса в группах, отмечено не было. Наиболее высокая интенсивность яйценоскости перепелов была выявлена в опытной группе 4, где она составила 86,8 %. При этом опытная группа 4 по сравнению с контрольными группами 1 и 2 и опытными группами 5 и 6 была по этому показателю выше на 9,7 и 13,2 % и 11,8 и 9,0 %, соответственно. Сохранность молодняка и взрослой птицы, во всех группах, была на уровне 100 %. Падежа птицы во всех исследуемых группах не наблюдалось, что свидетельствует о безопасности применения изучаемых препаратов фитазы в рационах перепелов.

На основании полученных данных можно сделать вывод о высокой целесообразности и перспективности применения в кормлении добавок на основе микроинкапсулированной фитазы *O. proteus*, обладающей наилучшими кинетическими характеристиками по сравнению с грибными фитазами при работе в желудочно-кишечном тракте птицы.

**Работа поддержанна Российской научным фондом, соглашение
№ 22-16-00093 от 12 мая 2022 года.**

Литература

1. Лисунова Л.И. Перепеловодство – это выгодно /Л.И. Лисунова, В.С. Токарев // Наше сельское хозяйство. – 2021. – № 4 (252). – С. 79–81.
2. Овсейчик Е.А. Продуктивные качества перепелов эстонской породы при разном половом соотношении / Е.А. Овсейчик // Материалы 54-й конференции молодых ученых и аспирантов по птицеводству. Сергиев Посад, 2013, с. 56–60.
3. Стефанова И.Л. Мясо перепелов в питании детей раннего возраста. / И.Л. Стефанова, В.В. Гущин, М.А. Юхина // Птица и птицепродукты. – 2006. – № 3. С. 57–59.
4. Maga J.A. // J. Agric. Food Chem. 1982. V. 30. № 1.P. 1–9; Raboy V. // Phytochem. 2003. V. 64. № 6. P. 1033–1043.
5. Oster M, Reyer H, Trakooljul N, Weber FM, Xi L, Muráni E, Ponsuksili S, Rodehutscord M, Bennewitz J, Wimmers K. Ileal Transcriptome Profiles of Japanese Quail Divergent in Phosphorus Utilization. Int J Mol Sci. 2020 Apr 16; 21(8):2762.
6. Egorov I.A., Vertiprakhov V.G., Lenkova T.N., Manukyan V.A., Egorova T.A., Grozina A.A. The effects of diets supplemented with phytase on the productive performance, biochemical and morphological blood indices in broilers and layers of broiler preparental lines // Bioscience research. – 2020. – Vol. 17. – № 4. – P. 2465–2471.