

Изучение уровня экспрессии генов продуктивности и иммунитета у кур-несушек при скармливании кормовой добавки «Провитол»

Иван Иванович Кочиш, Ольга Вячеславовна Мясникова, Матвей Сергеевич Мотин

ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА им. К.И. Скрябина» (МГАВМиБ-МВА)

Аннотация: Рассматривается влияние применения кормовой добавки «Провитол» (содержащей пробиотические микроорганизмы и растительные эфирные масла) в рационе кур-несушек в период теплового стресса на экспрессию генов, связанных с продуктивностью и иммунитетом. Опыт был поставлен на птице кросса Корал, начиная с возраста 43 недели. Птица содержалась в двух птичниках с однородным поголовьем 53 000 голов в каждом. Контрольный птичник получал стандартный полнорационный комбикорм, а опытный – аналогичный комбикорм с добавлением препарата «Провитол» из расчета 1 кг/т. После 18 суток скармливания добавки по 10 голов из каждого птичника были подвергнуты эвтаназии для взятия образцов тканей матки, селезенки, слепых отростков кишечника и яйцевода. Далее проводили оценку уровня экспрессии генов яичной продуктивности (OVAL, RARREST1 (OCX-32), BPIFB3 (OCX-36), MEPE (oc-116), CALB) и генов иммунитета (AvBD9, AvBD10, IL8). В результате было установлено достоверное увеличение уровня экспрессии генов RARREST1 (OCX-32) и MEPE (oc-116) и положительные тенденции для других генов-кандидатов.

Ключевые слова: экспрессия генов, ПЦР, куры-несушки, кормовая добавка «Провитол».

Для цитирования: Кочиш, И.И. Изучение уровня экспрессии генов продуктивности и иммунитета у кур-несушек при скармливании кормовой добавки «Провитол» / И.И. Кочиш, О.В. Мясникова, М.С. Мотин // Птицеводство. – 2024. – №12. – С. 71-77.

doi: 10.33845/0033-3239-2024-73-12-71-77

Введение. Сегодня птицеводство является одним из самых технологичных и самых автоматизированных направлений АПК. Об этом говорят и масштабы отрасли, и наличие отлично оборудованных птичников с регулируемым микроклиматом. Стоит обратить внимание лишь на то, что при такой организации большая часть затрат современной птицефабрики идет на корма. Именно от их качества и состава зависит здоровье кур-несушек и цыплят. Поэтому современная наука уделяет большое внимание таким вопросам, как усвоение питательных веществ из корма, выброс азота и его производных в окружающую среду и ее загрязнение, баланс аминокис-

лот для достижения оптимального роста и продуктивности в каждом возрастном периоде, обеспечение птицы микроэлементами, витаминами, ферментами, биологически активными добавками для получения оптимальной продуктивности и жизнеспособности [1, 2].

Современная наука и, прежде всего, генетика и селекция позволили значительно увеличить продуктивность у яичных кроссов кур. Однако лимитирующим фактором движения вперед всего птицеводства является способность пищеварительной системы кур и цыплят вовлекать питательные вещества из комбикормов во внутренний биосинтез. Особенности организма птицы требуют обязательной под-

держки пищеварительной системы и коррекции всей микрофлоры желудочно-кишечного тракта (ЖКТ). Микрофлора ЖКТ влияет на здоровье цыплят и взрослой птицы (в частности, на их иммунитет) и общую продуктивность [2, 3].

В последние годы в сельском хозяйстве, особенно в птицеводстве, все больше внимания уделяется вопросам повышения и поддержания продуктивности животных и их здоровья. Одним из основных направлений современной науки является поиск препаратов, способных минимизировать негативное воздействие стрессовых факторов, таких как тепловой стресс, а также способствовать улучшению метаболизма,



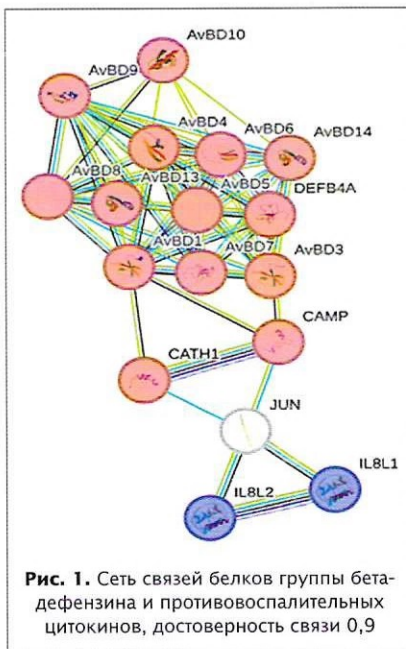


Рис. 1. Сеть связей белков группы бета-дефензина и противовоспалительных цитокинов, достоверность связи 0,9

иммунной системы и продуктивности птицы. В этом контексте особый интерес вызывают многофункциональные кормовые добавки, такие как «Провитол», которые изучаются на предмет их эффективности и возможного положительного влияния на продуктивность и иммунный статус сельскохозяйственных животных [1-3].

Особую значимость исследованиям в этой области придает теплый период года, когда высокие температуры и связанные с ними стрессовые факторы могут отрицательно влиять на состояние животных, снижая продуктивность и ослабляя их иммунную систему. Важно понимать, как кормовые добавки, такие как «Провитол», могут модулировать экспрессию генов, связанных с продуктивностью и иммунитетом, в этих условиях. Экспрессия генов является одним из ключевых индикаторов биологических процессов, позволяющих оценить реакции организма на применение добавки.

В составе фитобиотической добавки «Провитол» (ООО «Биотроф, Санкт-Петербург, Россия) содер-

жатся два пробиотических микроорганизма, *Ruminococcus albus* и *Lactobacillus acidophilus*, а также смесь эфирных масел тимьяна, розмарина, чеснока и эвкалипта. В качестве носителя используются подсолнечный или соевый шрот, а также пшеничные отруби. Пробиотические компоненты обладают ферментативной активностью и способствуют формированию полезной микрофлоры кишечника и более активному перевариванию клетчатки корма. Растительные компоненты обладают противовоспалительным и антиоксидантным эффектом [4]. «Провитол» обладает высокой ферментативной активностью за счет действия целлюлаз, продуцируемых его пробиотической составляющей, и по активности действия на организм может заменить соответствующие кормовые ферменты. Растительные компоненты придают добавке антимикробные свойства. Таким образом, преимуществом добавки «Провитол» является ее многофункциональность – она одновременно совмещает функции пробиотика, фермента и антибиотика.

В исследовании на курах-несушках с использованием добавки «Провитол» во второй фазе продуктивности было получено достоверное увеличение яйценоскости и снижение затрат корма на 10 яиц, при этом масса яиц не имела достоверных различий. Были также проведены балансовые опыты, которые показали улучшение переваримости клетчатки на 2,2% и протеина – на 2,3% [5].

Исследования этой кормовой добавки в Казахстане на молодняке и курах-несушках кросса «Хайсекс Браун» показали хорошие результаты по сохранности как молодняка, так и взрослой птицы [6].

Кубанскими учеными добавка была исследована на цыплятах-бройлерах [3]. Проведенный научно-производственный опыт показал, что «Провитол» увеличивает переваримость клетчатки корма. Кроме того, использование «Провитола» в рационе бройлеров позволяет повысить сохранность цыплят, увеличить их среднесуточный прирост и уменьшить затраты корма. По мнению авторов, применение «Провитола» в рационе кур-несушек позволяет повысить их яйценоскость.

Процесс яйцеобразования протекает поэтапно, и самым длительным этапом является образование подскорлупной оболочки и скорлупы. Этот процесс занимает 80% всего времени формирования яйца. Для оценки влияния добавки на яичную продуктивность были выбраны гены *RARRES1* (OCX-32), *BPIFB3* (OCX-36), *MEPE* (oc-116) и *CALB*, которые, как сообщалось ранее [7], изменяют свою экспрессию в ответ на введение кормовых добавок. Была показана корреляция экспрессии этих генов с фазами яйцеобразования, что говорит об их непосредственном участии в образовании кутикулы и скорлупы [8]. Изменение уровня экспрессии этих генов может доказывать эффект от введения добавки на скорость образования скорлупы и, соответственно, на продуктивные характеристики птицы [9].

Также для исследований были выбраны гены *AvBD9*, *AvBD10*, *IL-8*, связанные с иммунитетом, чтобы исследовать влияние добавки на резистентность несушек. Недавно были проанализированы и выбраны гены-кандидаты для анализа экспрессии генов резистентности кур [10], они принадлежат к группам противовоспалительных

белков интерлейкинов и бета-дефензинов, характерных для птицы. Множество литературных данных указывает на то, что эти группы работают взаимосвязанно; на рис. 1 приведена схема связей иммунных белков в организме птицы.

Нутригеномное влияние пробиотиков на иммунитет птицы было показано в ряде работ; так, сообщалось, что введение в комбикорм дрожжевых культур способствовало улучшению продуктивности старых кур, за счет улучшения активности ферментов [11]. Кроме того, по данным транскриптомного анализа селезенки показано, что группы бета-дефензинов и интерлейкинов увеличивают свою экспрессию при введении дексаметазона, повышая резистентность птицы [12].

Наряду с этим, показано влияние антибиотика на экспрессию генов резистентности в слепой кишке цыплят: так, уровни экспрессии *IL-8* в слепой кишке группы, получавшей антибиотика, были выше, чем в контроле. В качестве гена-референса был выбран *GAPDH*, который часто используется в подобных случаях в качестве контроля [13,14].

Целью данного исследования было изучение уровня экспрессии генов, связанных с продуктивностью и иммунитетом, у кур-несушек в теплый период года на фоне скармливания кормовой добавки «Провитол».

Материал и методика исследований. Опыт был проведен на площадке АО «Лысогорская птицефабрика» (Саратовская обл.) на птице кросса Корал (H&N International). Птица содержалась в двух птичниках (контрольный и опытный) с однородным поголовьем в количестве 53 000 го-

Таблица 1. Список исследуемых генов и праймеров к генам-кандидатам.

Название гена	Последовательности праймеров 5'-3'
RARRES1 (OCX-32) – белок-ответчик рецептора ретиноевой кислоты 1 (овокалексин 32)	F AGAAGAGGACCACAGATTTTACGAA
	R GATGGTCATGGGCAATATTTCC
BPIFB3 (OCX-36) – овокаликсин 36	F TTGGAATGGTCTTCTCTGTGG
	R CGGTCTGAATGATGGCATCG
MEPE (oc-116) – матриксный внеклеточный фосфогликопротеин (овоклейдин 116)	F AAGAGCCAACATCCAAGTGGGTGAGAAT
	R CAGTGACCACATGGCTCCCTTTCTCT
CALB1 – кальбиндин 1	F CAGGGTGTCAAATGTGTGC
	R GCCAGTTCTGCTCGGTAAAG
AvBD9 – птичий β-дефензин 9	F GGAAGAGAGGTGTGCTTGGGA
	R TAACATGAGGCCACCGATGTG
AvBD10 – птичий β-дефензин 10	F GCTCTTCGCTGTTCTCTCTCT
	R CCCAGAGATGGTGAAGGTG
IL-8 – интерлейкин 8	F GGAAGAGAGGTGTGCTTGGGA
	R TAACATGAGGCCACCGATGTG
OVAL - овальбумин	F AAGACAG CACCAGGACA CAGA
	R TTCTGGCAGATTGGGTATC
GAPDH – «ген домашнего хозяйства»	F TCGATCTGAACATACATGGTTT
	R ACAAGTTTCCCGTTCTCA

лов, птичники были оборудованы клеточной системой содержания, системой вентиляции, водоснабжения и автоматической подачи корма. В период проведения опыта температура в опытном и контрольном птичниках поднималась днем до 30-33°C, а ночью немного опускалась. При такой температуре птица испытывает сильный стресс, что значительно снижает ее продуктивность и резистентность.

Кормовая добавка вводилась в комбикорм в дозировке 1 кг/т. Добавку скармливали птице опытной группы в период поздней яйцекладки, возраст несушек на начало проведения опыта составлял 43 недели. Птица получала добавку в течении 18 суток, после чего по 10 голов из каждого птичника были подвергнуты эвтаназии для взятия образцов тканей селезенки, матки, слепого отростка кишечника и яйцевода.

Образцы ткани размером, не превышающим 4-5 мм, были помещены в пробирки типа эппендорф объемом 1,5 мл с реагентом для

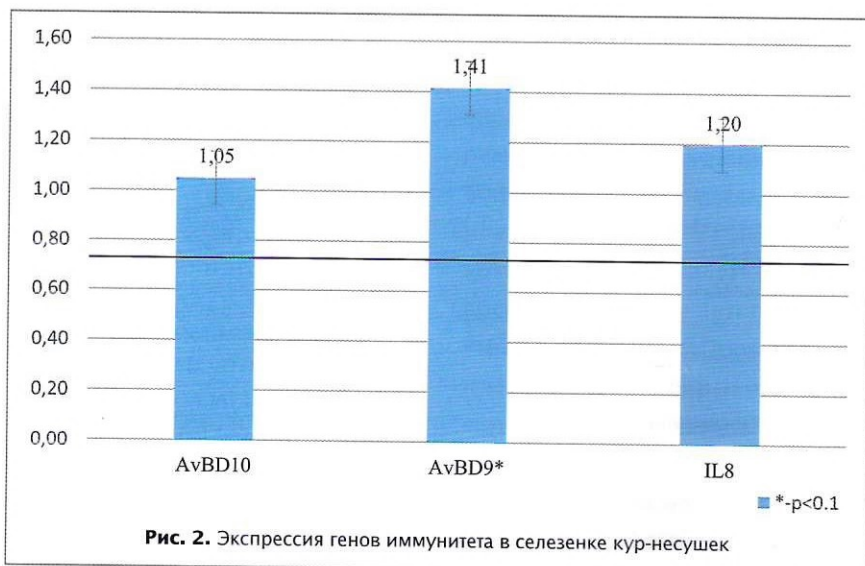
стабилизации РНК и консервации пробы для транспортировки. Исследования проводили в международной лаборатории молекулярной генетики и геномики птицы кафедры зооигиены и птицеводства имени А.К. Даниловой МГАВМиБ-МВА. Выделение РНК из тканей проводили на спин-колонках при помощи набора PN-100 (Биолаб-Микс, Россия). Образование двойной цепи ДНК происходило одношагово вместе с реакцией ПЦР.

Для подбора праймеров использовали последовательности мРНК целевых генов, полученные из базы данных GenBank (ncbi.nlm.nih.gov/genbank/). Сведения по подобранным праймерам приведены в табл. 1.

Для проведения ПЦР в реальном времени (ПЦР-РВ) праймеры были разработаны с использованием программы SnapGene 5 (GSL Biotech LLC, США) в соответствии с общими рекомендациями. Специфичность праймеров проверялась с помощью инструмента NCBI Primer BLAST. Возможность

Таблица 2. Температурный режим для ПЦР

Название	Температура, °С	Время, сек.	Циклы
Обратная транскрипция	45	1200	1
Денатурация	95	300	1
Денатурация	95	15	
Отжиг праймеров	55	15	35
Элонгация	72	20	



образования шпилек в структуре праймеров, а также вероятность димеризации праймеров оценивались с помощью сервиса Oligo Analyzer 3.1 (EADT) (eu.idtdna.com/calc/analyzer).

ПЦР-РВ проводили в 96-луночных плашках на приборе Light Cycler 96 (Roche, Швейцария). Смесь для ПЦР-РВ включала в

себя буфер для полимеразы, ревертазу, полимеразу, Mg^{+2} , dNTP, F-праймер, R-праймер и интеркалирующий краситель SYBR Green I. В табл. 2. приведен профиль температуры для проведения оценки экспрессии генов.

Расчет экспрессии генов проводили по методу $2^{-\Delta\Delta Ct}$ Шмитгена-Ливака [15]. Статистическая обра-

ботка проводилась в программе Microsoft Excel 2019.

Результаты исследования и их обсуждение. Гены-кандидаты были проанализированы в соответствии с распределением по тканям в соответствии с их функцией. Так, гены иммунитета было решено оценивать в тканях селезенки и слепых отростков кишечника, а гены продуктивности – в матке, т.к. именно там происходит процесс образования скорлупы яйца.

На рис. 2 представлены результаты анализа экспрессии генов иммунитета в селезенке. За уровень 1,0 принята экспрессия каждого гена в контрольной группе по отношению к уровню экспрессии гена-референса (*GAPDH*). Из полученных результатов следует, что экспрессия генов иммунитета в тканях селезенки увеличилась в группе с применением препарата «Провитол», что может свидетельствовать о повышении концентрации этих белков в крови птицы, что, в свою очередь, улучшает ее иммунный статус. Изменение уровня экспрессии гена бета-дефензина 9 (*AvBD9*) было достоверным, а в случае с генами бета-дефензина 10 (*AvBD10*) и интерлейкина 8 (*IL8*) наблюдалась тенденция к ее увеличению: экспрессия этих генов возросла в опытной группе на 5 и 20% соответственно.

На рис. 3 представлены результаты анализа экспрессии генов иммунитета в слепых отростках кишечника. В отличие от селезенки, в слепых отростках наблюдалось снижение уровня экспрессии генов, отвечающих за иммунную защиту организма. Однако снижение не превысило 4% по генам *AvBD9* и *IL8*, а по гену *AvBD10* возросла на 5%. Это может быть связано с тем, что препарат «Провитол», облада-

ющий выраженными антимикробными свойствами, способствует подавлению активности патогенной и условно-патогенной микрофлоры. Вследствие этого организм, вероятно, сталкивается с уменьшенной необходимостью активизировать собственные механизмы защиты на локальном уровне, что и объясняет снижение экспрессии генов иммунитета в данной области.

На рис. 4 представлены результаты анализа экспрессии генов, связанных с минерализацией и формированием скорлупы. Экспрессия генов *CALB1* и *BPIFB3* имела незначительную тенденцию к увеличению, в то время как *MEPE* и *RARRES1* достоверно увеличивали экспрессию. Гены *MEPE* и *RARRES1* связаны с образованием внутреннего слоя скорлупы и кутикулы. Мы предполагаем, что добавка «Провитол» улучшает перевариваемость корма, что приводит к утолщению кутикулы. Можно предположить, что именно процесс кальцификации, в котором участвуют гены *CALB1* и *BPIFB3*, менее подвержен воздействию препарата, чем образование белковой пленки – кутикулы. Возможно, это связано с количеством поступающего кальция, и при увеличении ввода этого микроэлемента при использовании препарата «Провитол» наблюда-



ется активация экспрессии и этих генов [11,12].

Белки овокаликсина отвечают за формирование матрикса скорлупы и ее прочность. Тот факт, что экспрессия гена *BPIFB3* не изменилась, указывает на компенсирующий эффект «Провитола» при тепловом стрессе. Исследование экспрессии овальбумина в яйцеводе показало, что при применении добавки выработка этого белка увеличивается, однако только на уровне тенденции.

Заключение. Препарат «Провитол» обладает всеми заявленными производителем свойствами, которые подтверждаются на молекулярном уровне, его эффект достоверно увеличивал экспрессию генов белков подскорлупной оболочки яйца в матке и бета-дефен-

зина – в селезенке несушек. Также наблюдались положительные изменения общего состояния организма. Препарат не только компенсировал негативное воздействие повышенной температуры в летний период, но и улучшил некоторые продуктивные показатели кур.

Таким образом, можно сделать вывод, что хотя тепловой стресс оказал негативное воздействие на продуктивные показатели кур, в опытной группе этот эффект оказался менее выраженным.

Работа выполнена в рамках гранта РНФ «Здоровье и продуктивное долголетие кур-несушек промышленных кроссов: молекулярно-генетические и иммунологические аспекты», №22-16-00009, от 16.05.2022.

Литература / References

1. Кочиш, И.И. Пробиотические добавки в кормлении сельскохозяйственной птицы / И.И. Кочиш, Х.С. Элькоми // Молекулярно-генетические технологии для анализа экспрессии генов продуктивности и устойчивости к заболеваниям животных: Мат. 2-й Междунар. науч.-практ. конф., Москва, 25 декабря 2020 г. - М.: С.-х. технологии, 2020. - С. 181-194.
2. Кочиш, И.И. Микрофлора кишечника кур и экспрессия связанных с иммунитетом генов под влиянием пробиотической и пребиотической кормовых добавок / И.И. Кочиш, О.В. Мясникова, В.В. Мартынов, В.И. Смоленский // С.-х. биология. - 2020. - Т. 55. - №2. - С. 315-327. doi: 10.15389/agrobiology.2020.2.315rus
3. Ачмиз, А.Д. Пробиотические кормовые добавки, применяемые в промышленном птицеводстве / А.Д. Ачмиз, А.С. Бородихин, Е.П. Викторова, А.И. Петенко, А.В. Свердличенко // Ветеринария Кубани. - 2021. - №2. - С. 27-31. doi: 10.33861/2071-8020-2021-2-27-31

4. Якимов, О.А. Использование кормовой добавки «Провитол» в птицеводстве / О.А. Якимов, М.К. Гайнуллина, А.Ш. Салыхов // Уч. записки Казанской ГАВМ им. Н.Э. Баумана. - 2022. - Т. 251. - №3. - С. 306-312. doi: 10.31588/2413_4201_1883_3_251_306
5. Околелова, Т.М. Эффективность Провитола в комбикормах для кур / Т.М. Околелова, Р.Ш. Мансуров, Г.Ю. Лаптев, В.Н. Большаков, Д.Г. Селиванов // Птицеводство. - 2014. - №1. - С. 12-14.
6. Нуралиев, Е.Р. Применение фитобиотика «Провитол» для улучшения конверсии корма в промышленном птицеводстве / Нуралиев Е.Р., Кочиш И.И. // Вестник Алтайского ГАУ. - 2017. - №8. - С. 112-117.
7. Muhammad, A.I. Effect of organic and inorganic dietary selenium supplementation on gene expression in oviduct tissues and selenoproteins gene expression in Lohman Brown Classic laying hens / A.I. Muhammad, A.M. Dalia, T.C. Loh, H. Akit, A.A. Samsudin // BMC Vet. Res. - 2021. - V. 17. - No 1. - P. 281. doi: 10.1186/s12917-021-02964-0
8. Poyatos Pertíñez, S. Transcriptome analysis of the uterus of hens laying eggs differing in cuticle deposition / S. Poyatos Pertíñez, P.W. Wilson, W. Icken, D. Cavero, M.M. Bain, A.C. Jones, I.C. Dunn // BMC Genomics. - 2020. - V. 21. - No 1. - P. 516. doi: 10.1186/s12864-020-06882-7
9. Riou, C. Eggshell matrix proteins OC-116, OC-17 and OCX36 in hen's sperm storage tubules / C. Riou, L. Cordeiro, N. Gérard // Anim. Reprod. Sci. - 2017. - V. 185. - P. 28-41. doi: 10.1016/j.anireprosci.2017.07.022
10. Баркова, О.Ю. Обзор генов ассоциированных с резистентностью домашней курицы / О.Ю. Баркова // Междунар. науч.-иссл. ж-л. - 2018. - №7. - С. 44-46. doi: 10.23670/IRJ.2018.73.7.020
11. Zhang, J.C. Yeast culture promotes the production of aged laying hens by improving intestinal digestive enzyme activities and the intestinal health status / J.C. Zhang, P. Chen, C. Zhang, M.M. Khalil, N.Y. Zhang, D.S. Qi, Y.W. Wang, L.H. Sun // Poult. Sci. - 2020. - V. 99. - No 4. - P. 2026-2032. doi: 10.1016/j.psj.2019.11.017
12. Guo, Y. Transcriptomic analysis of spleen revealed mechanism of dexamethasone-induced immune suppression in chicks / Y. Guo, A. Su, H. Tian [et al.] // Genes. - 2020. - V. 11. - No 5. - P. 513. doi: 10.3390/genes11050513
13. Kamata, R. Mechanisms of estrogen-induced effects in avian reproduction caused by transovarian application of a xenoestrogen, diethylstilbestrol / R. Kamata, F. Shiraishi, T. Izumi, S. Takahashi, A. Shimizu, H. Shiraishi // Arch. Toxicol. - 2008. - V. 83. - No 2. - P. 161-171. doi: 10.1007/s00204-008-0336-4
14. Terada, T. Effect of antibiotic treatment on microbial composition and expression of antimicrobial peptides and cytokines in the chick cecum / T. Terada, T. Nii, N. Isobe, Y. Yoshimura // Poult. Sci. - 2020. - V. 99. - No 7. - P. 3385-3392. doi: 10.1016/j.psj.2020.03.016
15. Livak, K.J. Analysis of relative gene expression data using real-time quantitative PCR and the 2(-delta delta C(T)) method / K.J. Livak, T.D. Schmittgen // Methods. - 2001. - V. 25. - No 4. - P. 402-408. doi: 10.1006/meth.2001.1262

Сведения об авторах:

Кочиш И.И.: доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАН, зав. каф. зооигиены и птицеводства им. А.К. Даниловой; kochish,i@mail.ru. **Мясникова О.В.:** кандидат сельскохозяйственных наук, доцент каф. зооигиены и птицеводства им. А.К. Даниловой; omyasnikova71@gmail.com. **Мотин М.С.:** аспирант каф. зооигиены и птицеводства им. А.К. Даниловой; krox1710@gmail.com.

Статья поступила в редакцию 02.10.2024; одобрена после рецензирования 29.10.2024; принята к публикации 12.11.2024.

Research article

Expression Levels of the Genes Associated with Productivity and Immunity in Laying Hens Fed Additive "Provitol"

Ivan I. Kochish, Olga V. Myasnikova, Matvey S. Motin

Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnoloav - MVA of K.I. Skryabin

Abstract. The effects of feed additive "Provitol" (containing probiotic bacteria and essential oils) in diet for laying hens in conditions of heat stress on the expression of genes associated with egg productivity and immunity were

studied. The experiment was performed on layers (cross Coral) since 43 weeks of age. The layers were kept in two poultry houses with a homogeneous population of 53,000 birds each. Control treatment (poultry house) was fed standard complete feed for layers while experimental treatment was fed similar feed additionally supplemented with "Provitol" (1,000 ppm). After 18 days of application of the additive 10 birds per treatment were euthanized to sample the tissues of magnum, spleen, ceca, and oviduct. The expression levels of genes associated with egg productivity (OVAL, RARRES1 (OCX-32), BPIFB3 (OCX-36), MEPE (oc-116), CALB) and immunity (AvBD9, AvBD10, IL8) were evaluated. The significant increases in the expression of RARRES1 (OCX-32) and MEPE (oc-116) genes and positive trends for the other candidate genes were found.

Keywords: gene expression, PCR, laying hens, feed additive "Provitol".

For Citation: Kochish I.I., Myasnikova O.V., Motin M.S. (2024) Expression levels of the genes associated with productivity and immunity in laying hens fed additive "Provitol". *Ptitsevodstvo*, 73(12): 71-77. (in Russ.)
doi: 10.33845/0033-3239-2024-73-12-71-77

(For references see above)

Authors:

Kochish I.I.: Dr. of Agric. Sci., Prof., Academician of RAS, Head of Dept. of Zoohygiene and Poultry Production of A.K. Danilova; kochish,i@mail.ru. **Myasnikova O.V.:** Cand. of Agric. Sci., Assoc. Prof. of Dept. of Zoohygiene and Poultry Production of A.K. Danilova; omyasnikova71@gmail.com. **Motin M.S.:** Aspirant of Dept. of Zoohygiene and Poultry Production of A.K. Danilova; krox1710@gmail.com.

Submitted 02.10.2024; revised 29.10.2024; accepted 12.11.2024.

© Кочиш И.И., Мясникова О.В., Мотин М.С., 2024

