

ВЛИЯНИЕ ЦЕОЛИТА ТИПА NaX НА АНТИОКСИДАНТНЫЙ СТАТУС И НЕСПЕЦИФИЧЕСКУЮ РЕЗИСТЕНТНОСТЬ ОРГАНИЗМА

Н. Г. Береговая¹, В. В. Герасименко²

¹филиал РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина в г. Оренбурге

²ФГБОУ ВО Оренбургский ГАУ

Поступила в редакцию 18.09.2017 г.

Аннотация. Проведено исследование, посвященное оценке влияния отработанного синтетического цеолита NaX в составе корма цыплят-бройлеров на антиоксидантный статус и неспецифическую резистентность организма птицы. Опыт состоял в выращивании цыплят опытной группы и контрольной групп по 50 голов в каждой до 42-суточного возраста. Рацион птицы опытной группы отличался от контрольной внесением в качестве добавки 5% массовых отработанного синтетического цеолита NaX. Для оценки состояния антиоксидантного статуса и естественной резистентности организма цыплят-бройлеров производили отбор проб крови (n=5) в начале, в середине и в завершении эксперимента. Сыворотку крови исследовали на фотометре «Stat Fax 1904» с использованием наборов фирмы «Ольвекс диагностикум» согласно приведенным инструкциям. В сыворотке крови птицы определяли активность супероксиддисмутазы, глутатионпероксидазы, общее содержание антиоксидантов и концентрацию ТБК-активных продуктов, бактерицидную активность, активность бета-лизуина, содержание лизоцима. В результате, активность супероксиддисмутазы, содержание общего количества антиоксидантов в сыворотке крови цыплят опытной группы были выше значения таковых показателей контрольной группы на 14.5 и 12.6% соответственно. Концентрация малонового диальдегида в сыворотке крови цыплят, получавших цеолитсодержащий корм, была ниже относительно контроля на 8.2%. Также установлено, что воздействие цеолита на защитные реакции организма цыплят реализовывались за счет повышения уровня сывороточного лизоцима, и как следствие, бактерицидной активности сыворотки крови. Так, уровень бактерицидной активности сыворотки крови цыплят с цеолитной добавкой в рационе выше относительно контроля на 1.8-1.9%, содержание лизоцима – на 3.6-4.1%. Таким образом, изучено влияние отработанного цеолита на антиоксидантный статус и естественную резистентность организма цыплят-бройлеров, что позволяет расширить знания по данному вопросу, а в некоторых случаях использовать цеолиты с целью коррекции антиоксидантных и защитных процессов в организме птицы.

Ключевые слова: биохимия, антиоксидантный статус, неспецифическая резистентность, супероксиддисмутаза, глутатионпероксидаза, БАСК, лизоцим, цыплята-бройлеры.

Ввиду непостоянства химического состава природных цеолитов при изучении медико-биологического применения необходимо учитывать радиационный фон цеолитов; проводить исследования канцерогенных свойств; оценивать токсическое влияние на животных [1,2].

Изучением влияния использования различных цеолитов на организм животных и птиц занимаются с середины прошлого столетия, о чем свидетельствуют публикации российских и зарубежных авторов. Влияние использования различных

дозировок цеолита в составе корма на морфологические показатели крови отмечено в работах ряда ученых [3, 4, 5].

При внесении в корм 5% цеолита в опытах на цыплятах-бройлерах отмечено изменение морфологических показателей крови. Сообщается также о влиянии внесенного в корм цеолита на содержание общего белка, а именно: в опытной группе цыплят-бройлеров данный показатель находился в пределах физиологической нормы, а у птицы контрольной группы наблюдалась гиперпротеинемия. К концу эксперимента авторы свидетельствуют о повышении уровня глюкозы в 1.5 раза,

а общего кальция - в 1.3 раза по сравнению с контрольной группой птиц [4].

Исследования по применению цеолитов Вангинского месторождения в качестве добавки к корму цыплят-бройлеров показали, что 3% цеолита, внесенного в корм птицы, положительно сказывается на содержании форменных элементов крови. Так, концентрации эритроцитов и лейкоцитов в крови цыплят, получающих цеолитсодержащий корм, были выше на 6.6 и 14.0% соответственно по сравнению с контрольной группой птиц [6].

Внесенные в корм в качестве добавки природные цеолиты, выводятся, не попадая в кровь, так как не происходит их всасывания в кишечном тракте. Взаимодействие происходит на уровне ионного и сорбционного обмена. Обмен макро- и микроэлементами способствует катализу различных биохимических реакций. Перспективно направление использования цеолитов в качестве носителей лекарственных препаратов, способных высвобождаться в условиях организма.

Большое количество исследований посвящено изучению влияния природных цеолитов различных месторождений на организм сельскохозяйственных животных и птиц. Большинство авторов свидетельствуют о положительном влиянии природных цеолитов в корме на организм животных и птицы. В исследованиях иностранных ученых отмечен аналогичный эффект от использования синтетических цеолитов NaX, NaA, NaY и CaA в кормах ягнят, коров, свиней и кур-несушек. За рубежом авторы отмечают необходимость проведения дополнительных исследований влияния синтетических цеолитов на организм цыплят-бройлеров [7]. В доступных нам публикациях российских ученых отсутствуют сведения о применении синтетических цеолитов в составе кормов.

Применение синтетических цеолитов в сельском хозяйстве ограничивается экономическими соображениями ввиду высокой стоимости по сравнению с цеолитами природного происхождения.

Синтетический цеолит типа NaX применяется на газоперерабатывающем и гелиевом заводах общества с ограниченной ответственностью «Газпром добыча Оренбург» в качестве адсорбента для глубокой осушки и очистки газа от сернистых соединений. Срок службы цеолита составляет два года, после чего сорбент подлежит утилизации в качестве отхода производства. Ограничение использования цеолита по срокам связано с количеством циклов адсорбция – регенерация, в результате чего происходит снижение его адсорб-

ционной емкости, что не позволяет эффективно эксплуатировать соответствующие технологические установки. Отработанные цеолиты Оренбургского газохимического комплекса размещают на санкционированных полигонах газопромышленного управления и относят к IV и V классам опасности [8]. Цеолиты являются неиспользуемыми отходами производства. В соответствии с постановлением правительства Оренбургской области № 554-пп от 20.08.2010 г. «Об утверждении областной целевой программы «Отходы» на 2011-2016 годы» одной из основных задач является максимальное вовлечение отходов производства и потребления в хозяйственный оборот.

Целью настоящего исследования являлась оценка влияния отработанного синтетического цеолита NaX в составе корма на показатели антиоксидантного статуса и неспецифической резистентности организма цыплят-бройлеров. В связи с чем были поставлены следующие задачи:

- изучение влияния отработанного синтетического цеолита NaX в составе корма на показатели антиоксидантного статуса организма цыплят;
- изучение влияния отработанного синтетического цеолита NaX в составе корма на показатели неспецифической резистентности организма цыплят.

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

Объектом исследования являлись цыплята-бройлеры кросса «Смена-7».

Исследование на птицах проводилось на базе вивария факультета ветеринарной медицины и биотехнологии ФГБОУ ВО Оренбургский ГАУ.

Лабораторные исследования проводились в межкафедральной комплексной аналитической лаборатории факультета ветеринарной медицины и биотехнологии ФГБОУ ВО Оренбургский ГАУ, на кафедре химии ФГБОУ ВО Оренбургский ГАУ и в лабораториях филиала РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина в г. Оренбурге.

Цыплят-бройлеров контрольной и опытной групп по 50 голов в каждой выращивали до 42-дневного возраста. Группы формировали по принципу пар-аналогов. Корм цыплят опытной группы отличался от контрольной внесением в качестве добавки 5% массовых отработанного цеолита (Табл. 1).

Кормление птицы осуществляли вволю (adlibitum) сухими сбалансированными комбикормами с параметрами питательности, соответствующими рекомендуемым нормам кормления

Таблица 1

Схема научно-хозяйственного опыта

Группа	Количество голов в группе	Период опыта, сут.	Условия кормления
Контрольная	50	42	ОР (основной рацион)
Опытная	50		ОР + цеолит, 50 г/кг корма

ВНИТИП [8]. Стартовый комбикорм, с содержанием сырого протеина – 21%, сырой клетчатки – 4%, кальция – 1.1%, фосфора усвояемого – 0.4%, скармливался птице до 21 суток. Начиная с 22-суточного возраста, птицу кормили финишным комбикормом с содержанием сырого протеина – 20%, сырой клетчатки – 4%, кальция – 1.2%, фосфора усвояемого – 0.4%. В качестве кормовой добавки использовали отработанный синтетический цеолит типа NaX Оренбургского газохимического комплекса, подготовленный в лабораторных условиях к внесению и смешиванию с основным рационом птицы.

Предварительно цеолитсодержащий корм исследовали на общую токсичность согласно методике по ГОСТ 31674-2012. Цеолит скармливался птице путем равномерного размешивания с полноценным рационом. Птица имела свободный доступ к корму и воде.

Ежедневно учитывалось состояние цыплят-бройлеров путем осмотра, при этом уделялось внимание аппетиту, подвижности птицы. Сохранность оценивалась ежедневным учетом павшей птицы.

Забор крови производили у пяти птиц из каждой группы до утреннего кормления. В качестве антикоагулянта применялась калиевая соль ЭДТА.

Сыворотку крови исследовали на фотометре «Stat Fax 1904» с использованием наборов фирмы «Ольвекс диагностикум» согласно приведенным инструкциям. Фракционирование белка сыворотки крови проводили на устройстве электрофореза УЭФ-01-«Астра» на пленках из ацетата целлюлозы по прилагаемой инструкции.

Определение активности внутриэритроцитарных ферментов проводили в гемолизате: глутатионпероксидазы – по методу Paglia D.E. и Valentine W.N. с использованием тест-системы «Ransel» Randox Laboratories, супероксиддисмутазы – по методу Sun Y., диагностическим набором «Ransod» Randox Laboratories [9]. Общее количество антиоксидантов находили по реакции образца сыворотки крови с ABTS® (2,2-азиноди-3-этилбензтиазолин сульфонатом) и системой H₂O₂-метмиоглобин по снижению интен-

сивности окраски образовавшегося комплекса феррилмиоглобин-ABTS® («tas randox») По методу Uchiyama M., Mihara M. с использованием диагностического набора фирмы «Агат-Мед» на спектрофотометре «Unico» определяли концентрацию ТБК-активных продуктов (активных при реакции с тиобарбитуровой кислотой) в сыворотке крови [10].

Метод, описанный О.В. Смирновой и Т.А. Кузьминой, использовался для определения показателя бактерицидной активности сыворотки крови [11]. По методу З.В. Ермольевой и И.С. Буяновской определялся титр лизоцима в сыворотке крови. Для определения активности бета-лизина применяли ускоренный метод О.В. Бухарина [12].

Живую массу птиц определяли на электрических весах (индивидуальным взвешиванием всего поголовья).

Для определения переваримости питательных веществ был проведен балансовый опыт по методике ВНИТИП [13]. Для этого из каждой группы отбирали по 5 птиц в возрасте 35 дней. Физиологический опыт был разделен на 2 периода: предварительный (5 дней) этап необходим для того, чтобы приучить птицу к условиям опыта, и учетный (3 дня), в рамках которого тщательно учитывали количество потребляемого корма и выделяемого помета. До проведения анализа пробы хранились в холодильнике. Затем образцы корма и помета изучали на предмет химического состава следующими методами: общий азот – по методу Кьельдаля, ГОСТ 32044.1-2012; массовая доля сырого жира – ГОСТ 32905-2014; массовая доля сырой клетчатки – ГОСТ 31675-2012; сырая зола – ГОСТ 26226-95; расчет количества безазотистых экстрактивных веществ (БЭВ) корма проводили по методу ВНИТИП [8].

Все полученные в результате экспериментов цифровые данные были обработаны с использованием метода вариационной статистики. В таблицах, приведенных в главе «Результаты собственных исследований», данные представлены в виде $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$, где $\bar{x}$ - среднее арифметическое значение, $S_{\bar{x}}$ - ошибка среднего арифметического. Оценку статистической значимости различий между груп-

пами проводили с помощью t-критерия Стьюдента при нормальном распределении (то есть тождественности дисперсий в сравниваемых группах и разницы между средним арифметическим и медианой менее 10%). Если распределение отличалось от нормального, то использовали U-критерий Манна-Уитни. Достоверными считали различия при $p \leq 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Поскольку применение отработанного цеолита типа NaX в первую очередь оказывало влияние на процессы пищеварения, то есть на начальный этап обмена веществ, а уже затем на промежуточный и конечный этапы обмена, то следует начать обсуждение, именно, с физиологического опыта по определению среднесуточной переваримости питательных веществ корма. Результаты обменного опыта свидетельствуют о положительном влиянии отработанного цеолита NaX в корме цыплят-бройлеров. Так, переваримость протеина у птиц опытной группы увеличилась по сравнению с контролем на 3.4% и клетчатки на 5.1%. В результатах переваримости жира у птиц контрольной и опытной группы различий не отмечено.

Исследования ряда авторов по влиянию сорбентных препаратов на организм животных и птиц отмечают повышение переваримости клетчатки и протеина и связывают данный факт с созданием благоприятных условий для обитания и активной жизнедеятельности бактерий, способных продуцировать целлюлазы. Это важно не только тем, что продукты расщепления клетчатки, в частности, моносахара, лучше, чем сама клетчатка, используются птицей в качестве питатель-

ных веществ, но и тем, что целлюлазы освобождают клетки растительных тканей от оболочек, состоящих из клетчатки, и делают доступным содержимое клеток воздействию пищеварительных ферментов, в том числе и протеаз [14,15].

В любом макроорганизме важная роль принадлежит свободнорадикальному окислению и генерации активных форм кислорода. Таким образом происходит защита организма от различных агентов вирусной и инфекционной природы, и образуются активные формы кислорода. Зачастую при различных стрессовых ситуациях происходит увеличение скорости образования активных форм кислорода, при этом повышается свободнорадикальное окисление, что приводит к сбою в функционировании клеток и тканей организма. Антиоксидантная система макроорганизма, в определенной мере, служит ликвидатором последствий активации свободнорадикального окисления и, таким образом, поддерживает биорадикальный гомеостаз [16, 17, 18, 19, 20].

Результаты исследования показателей антиоксидантного статуса организма цыплят-бройлеров представлены в таблице 2. Для оценки состояния антиоксидантного статуса организма цыплят-бройлеров в сыворотке крови птицы определяли активность супероксиддисмутазы, глутатионпероксидазы, общее содержание антиоксидантов и концентрацию продуктов, активных к тиобарбитуровой кислоте (ТБК-активных).

В суточном возрасте наблюдалось максимальное значение активности супероксиддисмутазы, оно составило 1366 ед/г Нб. В ходе эксперимента в пробах крови цыплят опытной группы активность исследуемого фермента оказалась выше данного показателя контрольного поголовья птиц.

Таблица 2

Показатели антиоксидантного статуса организма цыплят-бройлеров

Показатель, ед. изм.	Группа	Возраст, сут.		
		1	21	42
Активность супероксиддисмутазы, Ед/г Нб	Контрольная	1366±13	1189±15	1087±13
	Опытная		1258±16*	1245±14*
Активность глутатионпероксидазы в крови, ед/г Нб	Контрольная	56.0±0.71	50.5±0.87	51.0±0.81
	Опытная		53.6±1.00	53.9±0.95
Общее количество антиоксидантов в сыворотке крови цыплят-бройлеров, ммоль/дм	Контрольная	1.32±0.06	1.58±0.04	1.71±0.04
	Опытная		1.75±0.04*	1.92±0.06*
Содержание ТБК-активных продуктов в сыворотке крови цыплят-бройлеров, мкмоль/дм	Контрольная	9.97±0.09	5.95±0.05	2.82±0.03
	Опытная		5.40±0.18*	2.59±0.07*

Примечание * - $p < 0.05$

Так, в трехнедельном возрасте цыплят активность супероксиддисмутазы в сыворотке крови птицы контрольной группы была ниже на 5.8% относительно такового показателя опытной группы. В шестинедельном возрасте птицы активность данного фермента в сыворотке крови цыплят опытной группы составила 1245 ед/г Hb, что выше значения результата контрольного поголовья на 14.4%.

Динамика активности супероксиддисмутазы в сыворотке крови цыплят-бройлеров в онтогенезе имела тенденцию к снижению. А именно, в трехнедельном возрасте по отношению к суточному результату исследования крови активность супероксиддисмутазы в сыворотке цыплят понизилась на 12.9% в контрольной группе, на 7.9% - в опытной. К шестинедельному возрасту птицы контрольной группы снижение активности фермента в сыворотке крови по отношению к суточному результату составило 20.4%. Результаты исследования сыворотки крови птицы опытной группы шестинедельного возраста показали снижение активности супероксиддисмутазы по сравнению с суточным значением данного показателя на 8.9%.

Изначально супероксидный анион дисмутируется ферментом супероксиддисмутазой, в результате чего образуются пероксид водорода и молекула кислорода. Эти продукты реакции обладают меньшей способностью к окислению, а пероксид водорода утилизируется такими ферментами как каталаза, глутатионпероксидаза и иногда пероксидазой. Предположительно, предпочтение отдается при высоком уровне перекиси – каталазе, а при низком - глутатионпероксидазе [21, 22].

В наших исследованиях было установлено, что использование цеолита сопровождается повышением активности супероксиддисмутазы и, как следствие, увеличением ферментативной активности глутатионпероксидазы. Вероятно, это связано в первую очередь с оптимизацией минерального статуса организма бройлеров, поскольку исходя из известных канонов кинетики ферментативных реакций становится ясным, что в относительно замкнутой системе, а мы определяли активность данных ферментов в системе *in vitro*, их активность может зависеть от ряда факторов, а именно от температуры, pH, концентрации субстрата и наличия активаторов. Поскольку температура, pH и концентрация субстратов во всех пробах были одинаковыми, то их влияние мы вполне обоснованно можем исключить. В этом случае на кинетику изучаемых ферментов будет

действовать только один фактор – наличие и количество активаторов.

Активаторами супероксиддисмутазы являются различные микроэлементы, а поскольку их уровень в сыворотке крови получавших цеолит бройлеров возрастал, то и закономерно возрастала активность ферментов антиокислительной защиты. Следствием этого явилось снижение уровня ТБК-активных продуктов, которые являются основными продуктами перекисного окисления липидов различными свободными радикалами. Антиокислительная активность плазмы крови зависит от наличия в ней различных антиоксидантов, ферментных систем обезвреживания перекисей и свободных радикалов, SH-соединений, стероидных гормонов, α -токоферола, церулоплазмина, трансферрина и др. [23, 24]. Птица опытной группы имела солидное преимущество над контрольной по данному показателю.

Средние значения активности глутатионпероксидазы в крови птицы опытной группы были выше данного показателя контрольного поголовья на 6.0 и 5.6% в трехнедельном и шестинедельном возрасте цыплят соответственно ($p > 0.05$).

Активность глутатионпероксидазы в крови цыплят контрольной группы в трехнедельном возрасте снизилась по отношению к суточному значению на 9.8%. В пробах крови шестинедельных цыплят активность данного фермента повысилась по сравнению с трехнедельным значением этого показателя на 1.0%, что составило 91.1% от суточного результата.

В сыворотке крови цыплят-бройлеров опытной группы активность глутатионпероксидазы к трехнедельному возрасту снизилась на 4.3% по отношению к суточному значению. К шестинедельному возрасту птицы активность исследуемого фермента в крови возросла на 0.6% по сравнению с трехнедельным результатом. Таким образом, снижение активности глутатионпероксидазы в сыворотке крови опытной группы птиц к 42-ому дню эксперимента по сравнению с суточным значением данного показателя составило 3.8%.

Общее количество антиоксидантов в сыворотке крови цыплят суточного возраста составило 1.32 ммоль/дм³. Содержание антиоксидантов в сыворотке крови опытной группы цыплят-бройлеров было выше такового показателя контрольного поголовья в трехнедельном возрасте на 11.2%, в шестинедельном возрасте на 12.6% ($p < 0.05$).

Выращивание цыплят-бройлеров контрольной и опытной групп сопровождалось повышением

концентрации антиоксидантов в сыворотке крови. Так, к трехнедельному возрасту птицы повышение исследуемого показателя крови составило по сравнению с суточным результатом 19.2 и 32.5% в контрольной и опытной группах соответственно. Общее количество антиоксидантов в сыворотке крови цыплят-бройлеров шестинедельного возраста было выше суточного значения на 29.2% в контрольной, на 45.5% в опытной группе птиц.

Содержание продуктов, активных к тиобарбитуровой кислоте, в сыворотке крови цыплят-бройлеров суточного возраста составило 9.97 мкмоль/дм³. В трехнедельном и шестинедельном возрасте цыплят-бройлеров опытной группы отмечены статистически достоверные по сравнению с контролем отличия в содержании ТБК-активных продуктов в сыворотке крови. Концентрация малонового диальдегида в сыворотке крови цыплят контрольной группы была выше данного показателя опытной группы на 9.3 и 8.2% в трехнедельном и шестинедельном возрасте птицы соответственно.

В процессе выращивания цыплят наблюдалось снижение содержания ТБК-активных продуктов в сыворотке крови цыплят опытной и контрольных групп. Так, в крови бройлеров контрольной группы концентрация малонового диальдегида снизилась по сравнению с суточным значением на 40.3 и 71.7% в трехнедельном и шестинедельном возрасте соответственно. У цыплят-бройлеров, получавших цеолитсодержащий корм, наблюдалось снижение исследуемого показателя по отношению к суточному возрасту птицы на 45.9% – в три недели и на 74.1 % – в шесть недель.

Существует ряд веществ, ликвидирующих избыток супероксидного аниона, в частности фитонутриенты: витамин С, витамин А, семейство токоферолов, каротины, флавоноиды и полифенолы, селен и различные микроэлементы, липоевая кислота и ее восстановленная форма липоат, секвестранты металлов (альбумин, трансферрин, ферритин, гемопексин) и другие антиоксиданты: билирубин, глутатион, таурин, убихинон, ураты [25, 26].

Анализ полученных данных позволяет судить о положительном влиянии цеолитсодержащего корма на антиоксидантный статус организма цыплят-бройлеров. Изменение активности супероксиддисмутазы, на наш взгляд, может быть связан с ионообменными свойствами цеолита и наличием в его составе таких микроэлементов, как медь и цинк. Кроме того, обладая высокой сорбционной

способностью, синтетический цеолит NaX может благоприятно влиять на состав микрофлоры кишечника, что, в свою очередь, положительно сказывается на ферментной активности. О положительном влиянии синтетического цеолита NaX в составе рациона цыплят также свидетельствуют пониженные значения в крови опытной группы птиц по сравнению с контролем содержания малонового диальдегида – маркера оксидативного стресса организма [27, 28].

В таблице 3 приведены результаты исследований крови на показатели неспецифической резистентности в сыворотке крови цыплят-бройлеров при использовании в корме цеолита.

Воздействие цеолита на защитные реакции организма реализовывались за счет повышения уровня сывороточного лизоцима, активности бета-лизуна и как следствие бактерицидной активности сыворотки крови. Бактерицидная активность сыворотки крови (БАСК) является интегральным показателем естественной резистентности гуморального типа, свидетельствующим о способности крови к самоочищению. Снижение её уровня наблюдается чаще, чем повышение, что характерно в основном для различных стрессовых ситуаций, при нарушении условий кормления, содержания и возникновении заболеваний [29]. Применение отработанного цеолита стимулировало бактерицидную активность сыворотки крови опытных птиц.

В суточном возрасте цыплят-бройлеров бактерицидная активность сыворотки крови составила 46.2%. У цыплят опытной группы отмечено статистически достоверное увеличение бактерицидной активности сыворотки крови по сравнению с контрольным поголовьем на 1.9 и 1.8% в трехнедельном и шестинедельном возрасте птицы соответственно.

Изменение бактерицидной активности сыворотки крови в процессе выращивания цыплят-бройлеров наблюдалось в сторону увеличения показателя. Так, у птицы трехнедельного возраста отмечено повышение бактерицидной активности сыворотки по отношению к суточному значению исследуемого показателя на 3.5 и 5.4% в контрольной и опытной группах соответственно. Анализ данного показателя в пробах крови шестинедельных цыплят имел значения выше суточного на 6.6% - в контрольной группе и на 8.4% - в опытной.

Содержание лизоцима в сыворотке крови цыплят-бройлеров суточного возраста составило

Таблица 3

Показатели неспецифической резистентности организма цыплят-бройлеров

Показатель, ед. изм	Группа	Возраст, сут.		
		1	21	42
Бактерицидная активность сыворотки крови цыплят-бройлеров, %	Контрольная	46.21±0.45	49.74±0.49	52.80±0.35
	Опытная		51.65±0.47*	54.61±0.52*
Концентрация лизоцима в сыворотке крови цыплят-бройлеров, мкг/см	Контрольная	12.26±0.08	14.62±0.10	16.90±0.09
	Опытная		15.22±0.15*	17.51±0.18*
Активность бета-лизины сыворотки крови цыплят-бройлеров, %	Контрольная	42.09±0.16	43.59±0.15	41.06±0.18
	Опытная		43.98±0.20	41.40±0.14

Примечание * - $p < 0.05$

12.26 мкг/см³. При выращивании цыплят-бройлеров опытной группы обнаружены статистически достоверные отличия концентрации лизоцима в сыворотке крови по сравнению с контрольным поголовьем. В трехнедельном возрасте птицы концентрация лизоцима в сыворотке крови цыплят, получавших цеолитсодержащий корм, была выше данного показателя контрольной группы на 4.1%. В пробах крови шестинедельных цыплят опытной группы отмечено содержание лизоцима больше на 3.6% по отношению к значению этого показателя контрольной группы птиц.

Лизоцим относится к одному из важнейших факторов естественной резистентности. Его молекула состоит из простой полимерной цепи со 129 последовательно расположенными аминокислотами, связанными между собой дисульфидными мостиками из остатков цистеина, молекулярная масса лизоцима равна 14500, изоэлектрическая точка – 11.1. Нормальное содержание лизоцима в крови на $\frac{3}{4}$ обеспечивается производящими его клетками крови. Пороговая концентрация данного белка в крови – 45-50 мкг/мл [30, 31].

Применение отработанного цеолита позволило увеличить содержание лизоцима в крови птиц опытных групп, тем самым, повысить неспецифическую резистентность организма.

В результатах влияния цеолитсодержащего корма в рационе цыплят-бройлеров на активность бета-лизины сыворотки крови статистически достоверных отличий у птицы опытной группы по сравнению с контролем обнаружено не было. Разница в средних значениях активности цыплят одного и того же возраста составила не более 0.4%.

Изменение активности бета-лизины сыворотки крови цыплят-бройлеров в онтогенезе имело к трехнедельному возрасту положительную, а к завершению опыта отрицательную динамику. В

крови цыплят контрольной группы активность бета-лизины повысилась к трехнедельному возрасту птицы на 1.5% по сравнению с суточным значением. В шесть недель уровень данного показателя снизился по сравнению с предыдущим результатом на 2.5% и составил 97.6% от суточного значения активности данного фермента.

Активность бета-лизины сыворотки крови цыплят, получающих цеолитсодержащий корм, к трехнедельному возрасту отмечено повышение значения на 1,9%. В шестинедельном возрасте птицы активность исследуемого фермента составила 41.4%, что ниже трехнедельного результата на 2.6%, а суточного значения – на 0.7%.

Бета-лизин является одной из важных бактерицидных систем сыворотки крови животных, отличающейся термостабильностью и избирательностью в отношении грамположительных бактерий. По своей природе бета-лизин представляет катионный белок. Его молекулярная масса варьирует в пределах 5500-6000. Максимальный бактерицидный эффект отмечается при pH= 5.75-8.0 и ионной силе 0.15-0.20. Приводятся сведения, что бета-лизин имеет тромбоцитарное происхождение [32].

Применение цеолита оказывало не столь заметное влияние на активность бета-лизины, как, например, на бактерицидную активность сыворотки крови или содержание лизоцима. К сожалению, в доступной нам литературе, не найдено данных возрастной динамики активности бета-лизины у птиц вообще и у бройлеров – в частности.

В последующих экспериментах было установлено позитивное влияние цеолита на сохранность молодняка птицы. Вероятной причиной этого является повышение уровня неспецифической резистентности, а также оптимизация антиоксидантных параметров организма цыплят.

ВЫВОДЫ

Установлено влияние цеолита в составе корма на показатели антиоксидантного статуса цыплят-бройлеров. Активность супероксиддисмутазы, содержание общего количества антиоксидантов в сыворотке крови цыплят опытной группы были выше значения таковых показателей контрольной группы на 14.5 и 12.6% соответственно. Концентрация малонового диальдегида в сыворотке крови цыплят, получавших цеолитсодержащий корм, была ниже относительно контроля на 8.2%.

В результате исследований установлено положительное влияние на показатели неспецифической резистентности организма цыплят-бройлеров: уровень бактерицидной активности сыворотки крови цыплят с цеолитной добавкой в рационе выше относительно контроля на 1.8-1.9%, содержание лизоцима – на 3.6-4.1%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кузовлев А.П., Шкуратова Г.М. Эффективность включения цеолита Шивыртуйского месторождения при откорме бычков на мало-концентратных рационах // *Научные проблемы совершенствования систем земледелия и животноводства Читинской области* : Сборник научных трудов. Чита, 1999. С. 154-158.
2. Papaioannou D. The role of natural and synthetic zeolites as feed additives on the prevention and/or the treatment of certain farm animal diseases: A review // *Microporous and Mesoporous Materials*. 2005. Vol. 84. P. 161-170.
3. Gerasev A.D., Lukanina S.N., Aizman R.I. Nutrition using natural zeolites for treatment of acute renal insufficiency // *IX Congress of the International Society for Peritoneal Dialysis*. Canada, 2001. Vol. 21, No. 2. P. 35.
4. Miazzo R., Rosa C. A. R., De Queiroz Carvalho E. C., Magnoli C., Chiacchiera S. M., Palacio G., Saenz M., Kikot A., Basaldella E., Dalcero A. Efficacy of synthetic zeolite to reduce the toxicity of aflatoxin in broiler chicks // *Poult. Sci*. 2000. Vol. 79. P. 1-6.
5. Sorokina E.I. Assessment of the effectiveness of biologically active food additives based on zeolites in experimental animals // *Vopr. Pitan*. 2001. Vol. 70, No. 4. P. 35-38.
6. Трухина Т.И., Соловьева И.А. Влияние цеолитов на уровень протеина в рационе цыплят-бройлеров // *Вестник КрасГАУ*. Красноярск. 2015. № 1. С. 169-171.
7. Wu Q.J., Zhou Y.M., Wu Y.N., Wang T. Intestinal Development and Function of Broiler Chickens on Diets Supplemented with Clinoptilolite // *Asian Australas. J. Anim. Sci*. 2013. Vol. 26, No. 7. P. 987-994.
8. Аكوпова Г.С., Стекалова Л.В., Круглова Н.Ю., Прокофьева А.М., Комарова С.Н. *Каталог отходов производства и потребления дочерних обществ и организаций ОАО «Газпром», СТО Газпром 12-2005*. Челябинск: ООО ИРЦ Газпром, 2005. 132 с.
9. Paglia D.E., Valentine W.N. Studies on the quantitative and qualitative characterization of erythrocyte glutathione peroxidase // *J Lab Clin Med*. 1967. V. 70, No. 1. P. 158-169.
10. Uchiyama M., Mihara M. Determination of malonaldehyde precursor in tissues by thiobarbituric acid test // *Analyt. Biochemia*. 1978. V. 86. P. 271-278.
11. Смирнова О.В., Кузьмина Т.А. Определение бактерицидной активности сыворотки методом нефелометрии // *Журн. микробиол*. 1966. № 4. С. 8-11.
12. Бухарин О.В., Васильев Н.В. *Система бета-лизина и ее роль в клинической и экспериментальной медицине*. Томск: Изд-во Том. ун-та, 1977. 188 с.
13. Фисинин В.И. *Кормление сельскохозяйственной птицы*. Сергиев Посад, 2004. 375 с.
14. Elliot M.A., Edwards H.M. Comparison of the Effects of Synthetic and Natural Zeolite on Laying Hen and Broiler Chicken Performance // *Poult. Sci*. 1991. Vol. 70, No. 10. P. 2115-2130.
15. Jorgensen R.J., Hansen T., Jensen M.L., Thilting-Hansen T. Effect of Oral Drenching with Zinc Oxide or Synthetic Zeolite A on Total Blood Calcium in Dairy Cows // *Journal of Dairy Science*. 2001. Vol. 84, No. 3. P. 609-613.
16. Корнен Н.Н., Трошина А.Н., Семененко, М.П., Кузминова Е.В., Шахрай Т.А. Исследование антиоксидантных свойств пищевых добавок, полученных из вторичных растительных ресурсов, в опытах на лабораторных животных // *Новые технологии*. 2017. № 1. С. 24-31.
17. Jawahar S., Nafar A., Vasanth K. Musthafac M.S., Arockiarajd J., Balasundaram C., Harikrishnanf R. Dietary supplementation of Zeolite on growth performance, immunological role, and disease resistance in *Channa striatus* against *Aphanomyces invadans* // *Fish & Shellfish Immunology*. 2016. Vol. 51. P. 161-169.
18. Fomichev Yu.P., Nikanova L.A., Lashin S. The effectiveness of using dihydroquercetin (taxifolin) in animal husbandry and apiculture for prevention of metabolic disorders, higher antioxidative capacity, better resistance and realization of productive

potential of organism // *Journal of International Scientific Publications: Agriculture & Food*. 2016. T. 4. P. 140-159.

19. Hung Y.T., Hanson A.R., Shurson G.C., Urriola P.E. Peroxidized lipids reduce growth performance of poultry and swine: A meta-analysis // *Animal Feed Science and Technology*. 2017. Vol. 231. P. 47-58.

20. Li J., Huang F., Li X. Su Y., Li H., Bao J. Effects of intermittent cold stimulation on antioxidant capacity and mRNA expression in broilers // *Livestock Science*. 2017. Vol. 204. P. 110-114.

21. Guan T., Song J., Wang Y. Guo L. Yuan L., Zhao Y., Gao Y., Lin L., Wang Y., Weiad J. Expression and characterization of recombinant bifunctional enzymes with glutathione peroxidase and superoxide dismutase activities // *Free Radical Biology and Medicine*. 2017. Vol. 110. P. 188-195.

22. Watkins K.L., Southern L.L. Effect of Dietary Sodium Zeolite A and Graded Levels of Calcium on Growth, Plasma, and Tibia Characteristics of Chicks // *Poultry Science*. 1991. Vol. 70, No. 11. P. 2295-2303.

23. Ekoue D.N., He C., Diamond A.M., Bonini M.G. Manganese superoxide dismutase and glutathione peroxidase-1 contribute to the rise and fall of mitochondrial reactive oxygen species which drive oncogenesis // *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) – Bioenergetics*. 2017. Vol. 1858, No. 8. P. 628-632.

24. Максимов Г.В., Ленкова Н.В., Максимов А.Г. *Антиоксиданты в животноводстве*. Saarbrücken, 2015. 135 с.

25. Измайлов Д.Ю., Проскурнина Е.В., Шишканов Е.В., Владимирова Г.А., Владимиров Ю.А. Действие антиоксидантов на образование свободных радикалов – первичных продуктов пероксидной реакции // *Биофизика*. 2017. Т. 62, No. 4. С. 686-694.

26. Thilsing-Hansen T., Jorgensen R.J., Enemark J.M.D., Larsen T. The Effect of Zeolite A Supplementation in the Dry Period on Periparturient Calcium, Phosphorus, and Magnesium Homeostasis // *Journal of Dairy Science*. 2002. Vol. 85, No. 7. P. 1855-1862.

27. Kaczmarek S.A., Rogiewicz A., Mogielnicka M., Rutkowski A., Jones R.O., Slominski B.A. The effect of protease, amylase, and nonstarch polysaccharide-degrading enzyme supplementation on nutrient utilization and growth performance of broiler chickens fed corn-soybean meal-based diets // *Poultry Science*. 2014. Vol. 93, No. 7. P. 1745-1753.

28. Торшков А.А., Вишняков А.И. Изменение антиоксидантного статуса организма бройлеров под влиянием препарата «Экостимул-2» // *Вестн. ветеринарии*. 2012. Т. 63, № 4. С. 155-156.

29. Karimzadeh S., Rezaei M., Yansari A.T. Effects of different levels of canola meal peptides on growth performance and blood metabolites in broiler chickens // *Livestock Science*. 2017. Vol. 203. P. 37-40.

30. Андрющенко С.В., Перунова Н.Б., Бухарин О.В. Молекулярные механизмы взаимодействия бактерий с лизоцимом и их роль в микросимбиозе // *Успехи современной биологии*. 2015. Т. 135, № 5. С. 453-463.

31. Егоров И., Егорова Т. Микробиологический лизоцим в кормах для бройлеров // *Комбикорма*. 2015. No. 7-8. С. 67-69.

32. Paraskeuas V., Fegeros K., Palamidi I., Hunger C., Mountzouris K.C. Growth performance, nutrient digestibility, antioxidant capacity, blood biochemical biomarkers and cytokines expression in broiler chickens fed different phytochemical levels // *Animal Nutrition*. 2017. Vol. 3, No. 2. P. 114-120.

Филиал РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина

Береговая Н. Г., старший преподаватель

Тел.: +7 987 846-71-65

E-mail: nbereg@rambler.ru

ФГБОУ ВО Оренбургский ГАУ

Герасименко В. В., профессор кафедры химии, доктор биологических наук

Тел.: 89058436924

E-mail: probiotic_2005@mail.ru

Gubkin University, a branch in the city of Orenburg

Beregovaya N. G., senior lecturer

Ph.: +7 987 846-71-65

E-mail: nbereg@rambler.ru

FSBEU HE Orenburg SAU

Gerasimenko V. V., professor Department of chemistry, doctor of biological Sciences

probiotic_2005@mail.ru

Tel.: 89058436924

INFLUENCE OF ZEOLITE TYPE NaX ON ANTIOXIDANT STATUS AND NONSPECIFIC RESISTANCE OF ORGANISM

N. G. Beregovaya¹, V. V. Gerasimenko²

¹Gubkin University, a branch in the city of Orenburg

²FSBEU HE Orenburg SAU

Abstract. Conducted a study on the assessment of the impact of waste of synthetic zeolite NaX in the composition of the feed of broiler chickens on antioxidant status and nonspecific resistance of the organism birds. The experience consisted in growing chickens of the experimental group and control groups at 50 goals each to 42 days of age. The diet of birds of the experimental group differed from the control by introducing as a Supplement of 5% of the mass of waste of synthetic zeolite NaX. For the assessment of antioksidantnogo status and natural resistance of the organism of broiler chickens produced blood sampling (n=5) at the beginning, middle and at the end of the experiment. Blood serum was studied with a photometer "Stat Fax 1904" using sets of firm "ol antigen" according to the instructions. In the serum of birds was determined the activity of superoxide dismutase, glutathione peroxidase, total antioxidant content and concentration of TBK-active products, the bactericidal activity of beta-lysine, lysozyme content. As a result, the activity of superoxide dismutase, the content of the total amount of antioxidants in the blood serum of chickens of the experimental group were higher than the values of those indices in the control group 14.5 and 12.6%, respectively. The concentration of malondialdehyde in the serum of Chicks treated with zeolite-containing feed was lower relative to the control of 8.2%. It is also established that the effect of zeolite on the protective reaction of the organism of chickens were realized by increasing the level of serum lysozyme, and as a result, bactericidal activity of blood serum. Thus, the level of bactericidal activity of blood serum of chickens with the zeolite additive in the diet above in relation to the control by 1.8-1.9%, and the content of lysozyme – 3.6-4.1%. Thus, we studied the influence of spent zeolite on antioxidant status and natural resistance of the organism broilers, allowing you to expand your knowledge on the matter, and in some instances to use zeolites to correct antioxidant and protective processes in the poultry organism.

Keywords: biochemistry, antioxidant status, nonspecific resistance, superoxide dismutase, glutathionperoxidase, BASK, lysozyme, broiler chickens.

REFERENCES

1. Kuzovlev A.P., Shkuratova G.M. Effektivnost' vklucheniya zeolita Shivyrtuiskogo mestorozhdeniya pri otkorme bychkov na malokontsentratsionnykh ratsionakh (Efficiency of inclusion of zeolite of the Shivyrtuysky field at sagination of bull-calves on the malokoncentratnykh diets), "Nauchnye problemy sovershenstvovaniya sistem zemledeliya i zhivotnovodstva Chitinskoi oblasti", Sbornik nauchnykh trudov, Chita, 1999, pp. 154-158.
2. Papaioannou D., Katsoulos P.D., Panousis N., Karatzias H. The role of natural and synthetic zeolites as feed additives on the prevention and/or the treatment of certain farm animal diseases: A review, *Microporous and Mesoporous Materials*, 2005, vol. 84, pp. 161-170. Doi.org/10.1016/j.micromeso.2005.05.030.
3. Gerashev A.D., Lukanina S.N., Aizman R.I. Nutrition using natural zeolites for treatment of acute renal insufficiency, *IX Congress of the International Society for Peritoneal Dialysis*, Canada, 2001, Vol.21, No. 2, p. 35.
4. Miazzo R., Rosa C. A. R., De Queiroz Carvalho E. C., Magnoli C., Chiacchiera S. M., Palacio G., Saenz M., Kikot A., Basaldella E., Dalcero A. Efficacy of synthetic zeolite to reduce the toxicity of aflatoxin in broiler chicks, *Poult. Sci.*, 2000, vol. 79, pp. 1-6. Doi.org/10.1093/ps/79.1.1
5. Sorokina E.I. Assessment of the effectiveness of biologically active food additives based on zeolites in experimental animals, *Vopr. Pitan.*, 2001, Vol. 70, No. 4, pp. 35-38.
6. Trukhina T.I., Solov'eva I.A. Vliyanie tseolitov na uroven' proteina v ratsione tsyplyat-broilerov

(Influence of zeolites on protein level in a diet of broilers), *Vestnik KrasGAU*, Krasnoyarsk, 2015, No.1, pp. 169-171.

7. Wu Q.J., Zhou Y.M., Wu Y.N., Wang T. Intestinal Development and Function of Broiler Chickens on Diets Supplemented with Clinoptilolite, *Asian Australas. J. Anim. Sci.*, 2013, Vol. 26, No. 7, pp. 987-994. [Dx.doi.org/ 10.3382/ps.2012-02308](https://doi.org/10.3382/ps.2012-02308)

8. Akopova G.S., Strekalova L.V., Kruglova N.Ju., Prokofeva A.M., Komarova S.H. *Katalog othodov proizvodstva i potrebleniya dochernih obshhestv i organizacij OAO «Gazprom» (Catalog of industrial and consumption waste of subsidiaries and organizations of Gazprom)*, STO Gazprom 12-2005, Cheljabinsk, OOO IRC Gazprom, 2005, 132 p.

9. Paglia D.E., Valentine W.N. Studies on the quantitative and qualitative characterization of erythrocyte glutathione peroxidase, *J Lab Clin Med*, 1967, Vol. 70, No. 1, pp. 158–169.

10. Uchiyama M., Mihara M. Determination of malonaldehyde precursor in tissues by thiobarbituric acid test, *Analyt. Biochemia*, 1978, Vol. 86, pp. 271-278.

11. Smirnova O.V., Kuz'mina T.A. Opredelenie bakteritsidnoi aktivnosti syvorotki metodom nefelometrii (Determination of bactericidal activity of serum by a nefelometriya method), *Zhurn. Mikrobiol.*, 1966, No. 4, pp. 8–11.

12. Bukharin O.V., Vasil'ev N.V. *Sistema beta-lizina i ee rol' v klinicheskoi i eksperimental'noi meditsine*, Tomsk: Izd-vo Tom. un-ta, 1977, 188 p.

13. Fisinin V.I. *Kormlenie sel'skokhozyaistvennoi ptitsy (Feeding of an agricultural bird)*, Sergiev Posad, 2004, 375 p.

14. Elliot M.A., Edwards H.M. Comparison of the Effects of Synthetic and Natural Zeolite on Laying Hen and Broiler Chicken Performance, *Poult. Sci.*, 1991, Vol. 70, No. 10, pp. 2115-2130. [Doi.org/10.3382/ps.0702115](https://doi.org/10.3382/ps.0702115)

15. Jorgensen R.J., Hansen T., Jensen M.L., Thilising-Hansen T. Effect of Oral Drenching with Zinc Oxide or Synthetic Zeolite A on Total Blood Calcium in Dairy Cows, *Journal of Dairy Science*, 2001, Vol. 84, No. 3, pp. 609-613. [Doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(01\)74514-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(01)74514-6).

16. Kornen N.N., Troshin A.N., Semenenko M.P., Kuzminova E.V., Shakhrai T.A. Issledovanie antioksidantnykh svoystv pishchevykh dobavok, poluchennykh iz vtorichnykh rastitel'nykh resursov, v opytakh na laboratornykh zhivotnykh (Study of antioxidant properties of food additives obtained from secondary vegetable resources in testing laboratory animals), *Novye tekhnologii*, 2017, No. 1, pp. 24-31.

17. Jawahar S., Nafar A., Vasanth K. Musthafac M.S., Arockiaraj J., Balasundaram C., Harikrishnan R. Dietary supplementation of Zeolite on growth performance, immunological role, and disease resistance in *Channa striatus* against *Aphanomyces invadans*, *Fish & Shellfish Immunology*, 2016, Vol. 51, pp. 161-169. [Doi.org/10.1016/j.fsi.2016.02.019](https://doi.org/10.1016/j.fsi.2016.02.019).

18. Fomichev Yu.P., Nikanova L.A., Lashin S. The effectiveness of using dihydroquercetin (taxifolin) in animal husbandry and apiculture for prevention of metabolic disorders, higher antioxidative capacity, better resistance and realization of productive potential of organism, *Journal of International Scientific Publications: Agriculture & Food*, 2016, T. 4, pp. 140-159.

19. Hung Y.T., Hanson A.R., Shurson G.C., Urriola P.E. Peroxidized lipids reduce growth performance of poultry and swine: A meta-analysis, *Animal Feed Science and Technology*, 2017, Vol. 231, pp. 47-58. [Doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2017.06.013](https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2017.06.013).

20. Li J., Huang F., Li X. Su Y., Li H., Bao J. Effects of intermittent cold stimulation on antioxidant capacity and mRNA expression in broilers, *Livestock Science*, 2017, Vol. 204, pp. 110-114. [Doi.org/10.1016/j.livsci.2017.08.004](https://doi.org/10.1016/j.livsci.2017.08.004)

21. Guan T., Song J., Wang Y. Guo L. Yuan L., Zhao Y., Gao Y., Lin L., Wang Y., Weid J. Expression and characterization of recombinant bifunctional enzymes with glutathione peroxidase and superoxide dismutase activities, *Free Radical Biology and Medicine*, 2017, Vol. 110, pp. 188-195. [Doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2017.06.005](https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2017.06.005).

22. Watkins K.L., Southern L.L. Effect of Dietary Sodium Zeolite A and Graded Levels of Calcium on Growth, Plasma, and Tibia Characteristics of Chicks, *Poultry Science*, 1991, Vol. 70, No. 11, pp. 2295–2303. [Doi.org/10.3382/ps.0702295](https://doi.org/10.3382/ps.0702295)

23. Ekoue D.N., He C., Diamond A.M., Bonini M.G. Manganese superoxide dismutase and glutathione peroxidase-1 contribute to the rise and fall of mitochondrial reactive oxygen species which drive oncogenesis, *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) – Bioenergetics*, 2017, Vol. 1858, No. 8, pp. 628-632. [Doi.org/10.1016/j.bbabi.2017.01.006](https://doi.org/10.1016/j.bbabi.2017.01.006)

24. Maksimov G.V., Lenkova N.V., Maksimov A.G. *Antioksidanty v zhivotnovodstve (Antioxidants in livestock production)*, Saarbrücken, 2015, 135 p.

25. Izmajlov D.Ju., Proskurnina E.V., Shishkanov S.A., Vladimirova G.A., Vladimirov Ju.A. Deistvie antioksidantov na obrazovanie svobodnykh radikalov – pervichnykh pproduktov peroksidaznoi peaktsii (The Effect of Antioxidants on the Formation of Free

Radicals, the Primary Products of the Peroxidase Reaction), *Biophysics*, 2017, T. 62, No. 4, pp. 686-694.

26. Thilsing-Hansen T., Jorgensen R.J., Enemark J.M.D., Larsen T. The Effect of Zeolite A Supplementation in the Dry Period on Periparturient Calcium, Phosphorus, and Magnesium Homeostasis, *Journal of Dairy Science*, 2002, Vol. 85, No. 7, pp. 1855-1862. Doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(02)74259-8

27. Kaczmarek S.A., Rogiewicz A., Mogielnicka M., Rutkowski A., Jones R.O., Slominski B.A. The effect of protease, amylase, and nonstarch polysaccharide-degrading enzyme supplementation on nutrient utilization and growth performance of broiler chickens fed corn-soybean meal-based diets, *Poultry Science*, 2014, Vol. 93, No. 7, pp. 1745-1753. Doi.org/10.3382/ps.2013-03739

28. Torshkov A.A., Vishnyakov A.I. Izmenenie antioksidantnogo statusa organizma broilerov pod vliyaniem preparata «Ekostimul-2» (Changes of antioxidant status of the broiler organism under Ekostimul-2), *Vestn. vet.*, 2012, T. 63, No. 4, pp. 155-156.

29. Karimzadeh S., Rezaei M., Yansari A.T. Effects of different levels of canola meal peptides on

growth performance and blood metabolites in broiler chickens, *Livestock Science*, 2017, Vol. 203, pp. 37-40. Doi.org/10.1016/j.livsci.2017.06.013

30. Andryushchenko S.V., Perunova N.B., Bukharin O.V. Molekulyarnye mekhanizmy vzaimodeistviya bakterii s lizotsimom i ikh rol' v mikro-simbiotsenoze (Molecular Mechanisms of Bacterial Interaction with Lysozyme and Their Role in Microbiocenosis), *Biology Bulletin Reviews*, 2015, T. 135, No. 5, pp. 453-463.

31. Egorov I., Egorova T. Mikrobiologicheskii lizotsim v kormakh dlya broilerov (Microbiological lysozyme in sterns for broilers), *Kombikorma*, 2015, No. 7-8, - pp. 67-69.

32. Paraskeuas V., Fegeros K., Palamidi I., Hunger C., Mountzouris K.C. Growth performance, nutrient digestibility, antioxidant capacity, blood biochemical biomarkers and cytokines expression in broiler chickens fed different phytogenic levels, *Animal Nutrition*, 2017, Vol. 3, No. 2, pp. 114-120. Doi.org/10.1016/j.aninu.2017.01.005.