

УДК 612.591

## ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ПРИРОДНОЙ СОРБЦИОННО-АКТИВНОЙ ПОЛИМИНЕРАЛЬНОЙ ДОБАВКИ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ

А.А. ИВАНОВ, Е.А. ЛИПУНОВА

(Кафедра физиологии и биохимии животных)

Изучали эффективность применения природного сорбента — полиминеральной сорбционно-активной добавки экое из природных гидроалюмосиликатных месторождений Белгородской обл. в бройлерном птицеводстве, которую вводили в дозе 100 мг/кг<sup>21</sup> массы тела. Добавка экое положительно влияла на результаты выращивания цыплят-бройлеров и качественные показатели мяса птицы. На этом фоне зафиксировали повышение активности клеточного иммунитета птицы и ряд положительных изменений в составе крови. Добавка активировала эритропоэз, увеличивала наружную поверхность эритроцитов и, следовательно, кислородную емкость крови. Авторы рекомендуют природную полиминеральную сорбционно-активную добавку экое для использования в бройлерном птицеводстве.

*Ключевые слова:* цыплята-бройлеры, сорбент, иммунитет, показатели крови.

Интенсификация птицеводства, экологический прессинг, сосредоточение большого поголовья на ограниченных площадях негативно влияют на организм птицы. Развивается гипокинезия, гипоксия и интоксикация организма метаболическими соединениями и зоотоксинами, что приводит к развитию деструктивных процессов в мембранах клеток. При возросшем кислородном запросе в процессе адаптации к гипоксии изменяются интенсивность дыхания и течение анаэробного гликолиза, функциональная морфология и реологические свойства клеток красной крови, играющих решающую роль в транспорте респираторных газов. Очевидно, что структурно-функциональные свойства эритроцитов отражают состояние клеточных мембран всего организма

и напряжение гомеостаза организма птицы.

Загрязнение воды и кормов опасными химическими соединениями нарушает метаболизм, ослабляет иммунитет птицы, способствует накоплению в птицеводческой продукции опасных химических соединений, угрожающих здоровью человека [5, 6, 30,31]. Согласно сложившемуся мнению, один из путей повышения жизнестойкости животных — включение в рацион сорбционно-активных кормовых добавок. Сорбенты существенно снижают степень воздействия токсинов на организм, способствуют коррекции иммунной системы, повышают продуктивность, обеспечивают экологическую чистоту и высокое качество получаемой продукции [7, 19, 20, 28, 32].

Таким требованиям в полной мере отвечает полиминеральная сорбционно-активная добавка экое из природных гидроалюмосиликатных месторождений Белгородской обл., которая не токсична, обладает адсорбционными, ионообменными и каталитическими свойствами. Этот сорбент способен оптимизировать обменные процессы в организме, о чем свидетельствуют положительные результаты его испытаний на с.-х. животных [12]. Экое, обладая селективными свойствами, обеспечивает поддержание элементного гомеостаза, что актуально для Белгородской обл. В настоящее время пахотные почвы региона относятся к категории низкообеспеченных по содержанию ряда макро- и микроэлементов, например, Zn, Mn, S, P [25]. Применение доступного, эффективного и дешевого препарата из местного минерального сырья может быть биологически и экономически целесообразным. Особенно это актуально для животных с напряженным минеральным обменом, например, молодняка птицы и кур-несушек. Однако данные о возможности применения местного сорбента в птицеводстве немногочисленны. Этими соображениями и продиктовано наше решение испытать препарат экое на бройлерах.

Цель исследования — получить физиологическое обоснование эффективности применения в рационе цыплят-бройлеров природной сорбционно-активной полиминеральной кормовой добавки, изучить ее влияние на рост, продуктивность и резистентность птицы.

### Методика

Научно-производственный опыт на цыплятах-бройлерах кросса «Иза» выполнен в птицекомплексе «Яснозенский» Белгородского района Белгородской обл. Проведено две серии исследований.

В первой серии опытов было сформировано три группы по 33,5 тыс. гол.

в каждой из кондиционных суточных цыплят. Птиц выращивали до 49-дневного возраста в одинаковых условиях содержания. Цыплята контрольной группы получали только основной рацион (ОР). Цыплята II и III групп получали дополнительно к ОР полиминеральную добавку (ПМД) экое в дозировке 100 мг • кг<sup>-1</sup> массы тела. Птица II группы сорбент получала ежесуточно, III — кратно, по нечетным неделям.

Второй опыт поставлен на двух группах цыплят по 32 тыс. гол. в каждой. Птиц выращивали до 49-суточного возраста по схеме первого опыта. Однако птицы опытной группы получали ПМД ежесуточно в дозировке 100 мг • кг<sup>-1</sup> массы тела.

В процессе исследования учитывали общее состояние птиц, состояние оперения, динамику живой массы, а также среднесуточные приросты, потребление корма и сохранность птиц. В крови определяли число эритроцитов, концентрацию гемоглобина цианидным методом, показатель гематокрита — на гематокритной центрифуге. Мазки готовили общепринятым методом, их окраску для эритрометрии и выведения лейкоцитарной формулы проводили по Лейшману и предельному нами способу [23]. Визуализацию мазков осуществляли с помощью автоматизированного анализатора изображений с программным обеспечением «Видео-Тест Мастер Морфология» (СПб, 1999) и выборочно, используя окуляр-микрометр МО В 1-16 (микроскоп морфологический Микмед 2, вариант 2, Ломо, СПб, 1998). Средний габарит, объем эритроцита, площадь поверхности, толщину и коэффициент эксцентricности рассчитывали по предложенному нами способу [24]. Рассчитывали также кислородную емкость крови, общую дыхательную поверхность эритроцитарной массы; содержание гемоглобина в отдельном (единичном) эритроците и концентрацию гемоглобина на единицу

объема клетки определяли с поправкой на ядро. Идентификацию клеток при дифференцированном подсчете лейкоцитов осуществляли с учетом общепринятых рекомендаций [3, 18, 27]. Уровень общего белка определяли колориметрически по реакции с бигретовым реактивом. Разделение и количественное определение белковых фракций сыворотки крови проводили методом электрофореза на бумаге. Концентрацию иммуноглобулинов определяли нефелометрическим методом [16].

Показатели общей резистентности определяли общепринятыми методами, специфическую иммунорезистентность оценивали по реакции на вакцину Ньюкстля [4, 26].

По завершению опыта при убое цыплят оценивали морфологический состав тушек. В образцах мышц определяли содержание сырого жира (по обезжиренному остатку методом С.В. Рушковского), золы (методом сухого озоления), общего белка (по Къельдалю в модификации В.В. Ефремова, 1973). Влагоемкость и нежность мяса определяли пресс-методом по Грау и Хамму, калорийность мяса — расчетным методом на основе содержания белков и жиров. Концентрацию Mn, Zn, Cu, Cd, Pb в биологических средах измеряли методом атомно-абсорбционной спектроскопии. Математическую обработку цифрового материала проводили с использованием программы MS Excel.

### Результаты исследования и их обсуждение

Включение в рацион подопытных бройлеров ПМК экое способствовало повышению в крови количества эритроцитов и концентрации гемоглобина. Так, в группах птиц, получавших экое ежесуточно и периодически (кратно), количество эритроцитов было выше на 52,6 ( $p<0,01$ ) и 7,5% ( $p<0,05$ ), а концентрация гемоглобина — на 18,7 и 26,2% ( $p<0,01$ ) в сопоставлении с

контролем в первой серии и соответственно на 36,7 и 18,7% ( $p<0,01$ ) — во второй (табл. 1).

В опытах ряда ученых [2, 11, 14, 15, 17] установлено, что эффективность газотранспортной функции носителей гемоглобина — эритроцитов зависит от их геометрических характеристик (формы, объема и площади поверхности). Экспериментально доказана тесная корреляция между изменением числа эритроцитов и их геометрическими свойствами — под влиянием любых воздействий в системе эритрона возникают изменения, направленные на поддержание постоянства дыхательной поверхности и свойств крови.

Во всех группах цыплят линейные размеры эритроцитов находились в пределах физиологических значений. Лишь во II группе отмечено снижение средних габаритов клеток и ядер (табл. 2).

В группах цыплят, получавших ПМД ежесуточно (первая и вторая серии опытов), зафиксированы незначительные изменения величин гематокрита, а следовательно, повышение числа эритроцитов. Это явление имело место при одновременном понижении объема эритроцитов на 6,96% ( $p<0,05$ ) в первой и на 2,45% ( $p>0,05$ ) во второй сериях опытов.

Поверхность единичного эритроцита, обуславливающая эффективность газообмена в легких и капиллярах тканей [2, 10, 11, 14], у подопытных бройлеров снижалась на 5,1% ( $p<0,05$ ) в первой серии, на 1,8% — во второй и не изменялась — при кратном скормливании экое. Снижение геометрических параметров красных клеток крови при одновременном увеличении числа эритроцитов в единице объема крови биологически оправдано.

При одновременном увеличении числа эритроцитов в единице объема крови общая дыхательная поверхность клеток возрастает на 38,8 и 40,2% ( $p<0,001$ ) в первой и второй сериях

**Показатели дыхательной функции эритроцитарной популяции цыплят-бройлеров  
(производственный опыт)**

Показатель	Первая серия опытов			Вторая серия опытов	
	группы и режим дозирования экос, 100 мг·кг <sup>-1</sup>				
	I — контроль	II — ежесуточно	III — кратно	I — контроль	II — ежесуточно
RBC, 10 <sup>12</sup> ·л <sup>-1</sup>	2,13±0,06	3,25±0,22 p<0,01	2,29±0,07	2,07±0,02	2,83±0,22 p<0,01
HGB, г·л <sup>-1</sup>	96,33±2,20	114,38±2,39 p<0,01	121,57±2,82 p<0,01	93,62±0,99	111,16±0,39 p<0,01
HCT, %	32,20±0,87	32,50±0,67	38,94±2,16 p<0,05 p <sub>1</sub> <0,01	33,29±0,27	32,81±0,17
MCH, пг	45,27±1,25	35,39±2,51 p<0,05	53,38±1,90 p<0,01 p <sub>1</sub> <0,001	45,23±1,22	39,28±1,01 p<0,01
MCHC, г·дл <sup>-1</sup>	32,40±0,87	38,66±1,70 p<0,01	38,86±0,57 p<0,001	30,40±0,52	36,86±0,61 p<0,001
S <sub>дых. эр</sub>	512,85±6,85	711,88±8,05 p<0,001	532,91±5,97 p <sub>1</sub> <0,001	480,16±7,78	673,18±8,05 p<0,001
КЕК, об. %	12,90±0,30	15,32±0,31 p<0,05	16,29±0,42 p<0,05 p <sub>1</sub> <0,01	12,56±0,29	14,90±0,31 p<0,001
ЦП, ед	1,43±0,04	1,40±0,11	1,57±0,06	1,40±0,04	1,42±0,04
Сухое вещество, 10 <sup>12</sup> ·г <sup>-1</sup>	70,78±1,78	69,29±0,63	74,16±0,23	—	—

**П р и м е ч а н и е .** RBC — эритроциты; HGB — гемоглобин; HCT — гематокрит; MCH — среднее содержание гемоглобина в эритроците; MCHC — средняя концентрация гемоглобина в эритроците (с поправкой на ядро); S<sub>дых. эр</sub> — дыхательная поверхность всей массы эритроцитов; КЕК — кислородная емкость крови; ЦП — цветовой показатель. Здесь и далее достоверность различий (критерий Стьюдента): p — между контрольной и опытными группами; p<sub>1</sub> — между II и III опытными группами.

опытов соответственно при ежесуточном и периодическом дозировании сорбента. Таким образом, гемоглобин эритроцитов цыплят опытных групп имеет большую поверхность соприкосновения с респираторными газами, способствует более полному снабжению клеток организма кислородом.

При кратном дозировании сорбента прослеживается тенденция к увеличению дыхательной поверхности эритроцитов крови. Содержание гемоглобина в единичном эритроците не изменялось при ежесуточном, но достоверно повышалось при периодическом скармливании минеральной добавки.

Чувствительным тестом процесса гемопоэза служит определение средней концентрации гемоглобина в эритроците (MCHC). Индекс отражает насыщенность эритроцитов кислородом и не зависит от среднего клеточного объема [14]. В наших исследованиях ежесуточное включение в рацион бройлеров ПМД способствовало высокодостоверному повышению насыщенности клеток гемоглобином (см. табл. 1). Характерно, что кратность скармливания минеральной добавки не отражалась на процессах гемоглобинообразования.

В контрольной и опытной группах птиц не выявлено достоверных раз-

**Морфометрические индексы эритроцитарной популяции цыплят-бройлеров**  
(производственный опыт)

Показатель	Первая серия			Вторая серия	
	группы и режим дозирования экос, 100 мг·кг <sup>-1</sup>				
	I — контроль	II — еже- суточно	III — кратно	I — контроль	II — еже- суточно
G <sub>эп</sub> , мкм	9,71±0,15	9,35±0,10 p<0,01	9,64±0,08 p<0,05	9,52±0,07	9,42±0,05
Размеры клетки, ось, мкм: — длинная	12,26±0,08	11,60±0,08 p<0,001	11,96±0,06 p<0,05 p <sub>1</sub> <0,05	12,00±0,06	11,85±0,03
— короткая	7,16±0,03	7,10±0,04	7,32±0,06	7,05±0,05	7,00±0,04
G <sub>я</sub> , мкм	4,10±0,01	4,10±0,06	4,06±0,04	3,97±0,05	3,99±0,06
Размеры ядра, ось, мкм: — длинная	4,93±0,08	4,88±0,06	4,75±0,04	4,76±0,06	4,76±0,08
— короткая	3,27±0,03	3,32±0,02	3,38±0,03	3,17±0,02	3,23±0,04
T <sub>эп</sub> , мкм	2,81±0,10	2,79±0,10	2,87±0,04	2,76±0,03	2,75±0,05
E <sub>эп</sub> , ед.	0,810±0,023	0,790±0,033	0,790±0,010	0,810±0,021	0,810±0,030
E <sub>я</sub> , ед.	0,748±0,020	0,733±0,030	0,703±0,021	0,747±0,030	0,736±0,040
V <sub>эп</sub> , мкм <sup>3</sup>	329,01±7,56	305,01±5,06 p<0,05	333,37±7,52 p <sub>1</sub> <0,01	311,24±3,61	303,61±4,18
V <sub>я</sub> , мкм <sup>3</sup>	27,59±0,27	28,15±0,16	28,40±0,35	24,87±0,30	25,83±0,31
S <sub>эп</sub> , мкм <sup>2</sup>	240,42±3,38	228,25±2,71 p<0,05	242,62±3,00 p<0,01	232,17±2,10	228,06±2,02
S <sub>осн. эп</sub> , мкм <sup>2</sup>	68,91±0,58	64,65±0,69	68,72±0,60	66,41±0,85	65,11±0,50
HGB/S <sub>эп</sub> , 1·10 <sup>14</sup> г <sup>-1</sup>	13,90±1,00	15,88±1,23 p<0,05	19,56±0,95 p<0,001	18,15±0,87	17,52±0,89
S <sub>эп</sub> /V <sub>эп</sub>	0,731±0,030	0,715±0,021	0,694±0,018 p<0,05	0,745±0,015	0,782±0,020

П р и м е ч а н и е. G<sub>эп</sub> — средние габариты эритроцита, G<sub>я</sub> — средние габариты ядра, T<sub>эп</sub> — толщина (высота) эритроцита, E<sub>эп</sub> — коэффициент элонгации эритроцита, E<sub>я</sub> — коэффициент элонгации ядра, V<sub>эп</sub> — объем эритроцита, V<sub>я</sub> — объем ядра, S<sub>эп</sub> — площадь поверхности эритроцита, S<sub>осн. эп</sub> — площадь основания эритроцита, HGB/S<sub>эп</sub> — концентрация гемоглобина на поверхности эритроцита, S<sub>эп</sub>/V<sub>эп</sub> — отношение средней площади поверхности эритроцита к объему.

линий в величинах цветового показателя крови. Тем не менее, увеличение содержания гемоглобина в эритроцитах цыплят III группы на 17,9% (p<0,01) (I серия опытов) указывает на продукцию гиперхромных клеток.

Коэффициент элонгации (удлиненности) был ниже у подопытных цыплят. Снижение удельной поверхности эритроцитов (S/V) на 2,2 и 5,1% (p<0,05) соответственно у цыплят II и III групп (Первая серия опытов) от-

ражает более высокие реологические свойства эритроцитов.

Повышение в крови цыплят количества эритроцитов, концентрации гемоглобина, изменение геометрического профиля и функциональных свойств клеток красной крови свидетельствует об инициации эритропоэза у цыплят, в рацион которых вводили сорбент.

Регенерация крови предопределяет активацию эритродиереза и накопление в плазме продуктов распада эри-

троцитов, обладающих эритропоэтическим действием. Уровень деструктивных процессов в системе эритрона может быть оценен с помощью теста на осмотическую резистентность эритроцитов. Известно, что при нормобластическом типе кроветворения молодые эритроциты осмотически более стойки, чем старые [1, 29]. Анализ осмотических эритрограмм (рис. 1 и 2) подтверждает наше предположение о том, что эритропоэз в опытных группах птиц протекает более активно, способствует постоянному омоложению клеток циркулирующего эритроцитарного пула.

Снижение коэффициента элонгации эритроцитов бройлеров под влиянием скармливания экое способствовало повышению устойчивости их к колебаниям осмотического давления плазмы крови, а следовательно, и обеспечению более эффективного выполнения функций в широком диапазоне изменений осмоляльности крови.

Таким образом, эритроциты птиц, получавших экое, имели большие по сравнению с контрольными возможности для оптимального выполнения дыхательной функции, что положительно отражалось на ростовых процессах, физических и физиологических характеристиках птицы, способствовало наилучшему функционированию систем организма, активации метаболизма.

Полиминеральная добавка положительно влияла на физиологическое состояние цыплят. Птицы опытных групп более адекватно реагировали на внешние раздражители. За весь период выращивания у бройлеров не было отмечено случаев диареи, в контрольной группе — в течение первых четырех недель выращивания, экое способствовал увеличению сохранности птицы на 2,6 и 2,3% соответственно в группах цыплят, которым скармливали ПМД ежесуточно и кратно. Наиболее существенное снижение числа павшей птицы в опыт-

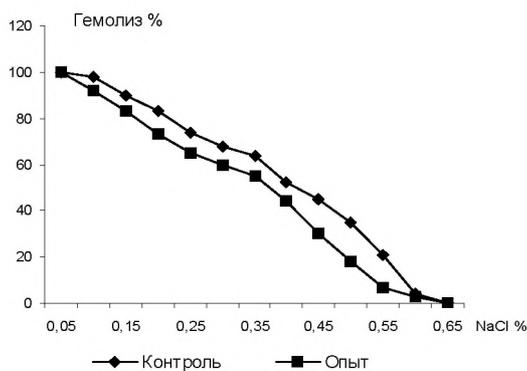


Рис. 1. Интегральные осмотические эритрограммы цыплят-бройлеров (первая серия опытов)

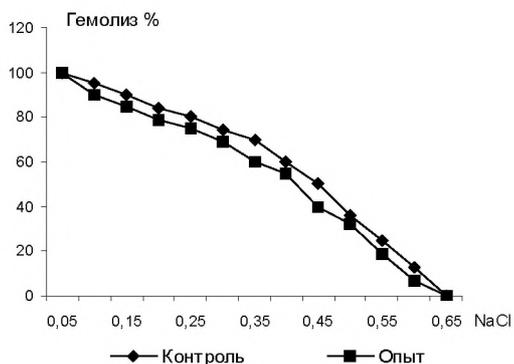


Рис. 2. Интегральные осмотические эритрограммы цыплят-бройлеров (вторая серия опытов)

ных группах приходилось на вторую половину откормочного периода. За весь период выращивания количество погибших бройлеров во II и III группах было ниже на 22,5 и 17,2% соответственно. Подопытные цыплята росли более интенсивно и к концу четвертой недели имели большую по сравнению с контрольной птицей живую массу тела (табл. 3).

Как показали исследования, влияние полиминеральной добавки на рост птицы зависит от режима скармливания. Так, бройлеры, которые получали сорбент кратно (с недельны-

**Среднесуточный прирост массы тела цыплят-бройлеров (г сут<sup>1</sup>)  
при включении в рацион сорбционно-активной добавки**

Возраст, сут	Режим скармливания по группам				
	первая серия			вторая серия	
	I — контроль	II — ежесуточно	III — кратно	I — контроль	II — ежесуточно
1–7	7,8	8,5	8,59	7,8	13,5
8–14	12,1	14,4	16,4	15,7	27,1
15–21	25,0	26,4	27,1	35,7	25,7
22–28	21,4	26,5	28,5	47,1	42,9
29–35	28,5	40,6	30,4	28,6	42,9
43–49	32,8	24,2	23,4	14,3	11,4

ми интервалами между скармливанием), по результатам контрольных взвешиваний, имели более высокие показатели среднесуточных приростов массы тела (рис. 3). К концу откормочного выращивания масса тела цыплят была на 8,8% выше, чем в контрольной группе, и на 5,1% — в сопоставлении с птицей, получавшей сорбент ежесуточно. Мы не исключаем пролонгированного действия экое на организм птицы.

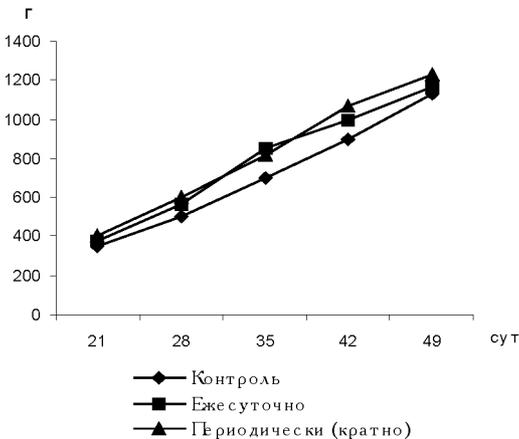


Рис. 3. Динамика массы тела цыплят-бройлеров, получавших ПМД экое

Результаты второй серии опытов подтверждают стабильность положительного влияния минералосорбента на рост цыплят. Включение его в ра-

цион повышало сохранность птицы — количество павших подопытных цыплят было на 24,6% ниже, чем в контроле. По данным о динамике падежа, основной отход бройлеров, как и в первой серии опытов, приходился в первые три недели выращивания, что можно соотнести с функциональным состоянием суточного молодняка отдельных партий цыплят, поставленных на откорм. Положительное действие экое проявлялось в его кумулятивном эффекте. Как и в первой серии опытов, цыплята имели более высокие показатели среднесуточных приростов массы тела (см. табл. 3) и большую массу тела на конец выращивания (рис. 4).

К концу откормочного периода подопытные бройлеры по массе тела на 5,7% превосходили цыплят контрольной группы. Характерно, что в тушках 7-недельных цыплят опытных групп отмечалось снижение абдоминального жира. Последнее расценивается как положительное явление, так как обуславливает более высокие вкусовые свойства мяса.

Установлено ингибирующее воздействие ксенобиотиков, в частности тяжелых элементов, на метаболические процессы и ферментные системы, участвующие в пластических реакциях [9]. Ростостимулирующее влияние минеральной добавки экое возможно обусловлено адсорбцией ксенобиоти-

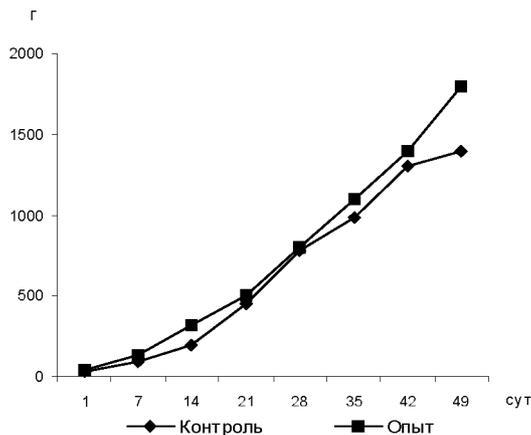


Рис. 4. Динамика массы тела цыплят-бройлеров при скармливании ПМД экое (вторая серия опытов)

ков в желудочно-кишечном тракте и выведением их из организма.

Известно, что быстрорастущие животные, имея более высокие показатели пластического обмена, при прочих равных условиях затрачивают меньше питательных веществ кормов на единицу прироста живой массы. В наших опытах полиминеральная сорбционная добавка экое обеспечивала меньшие по сравнению с контрольной

группой затраты кормов на производство единицы продукции. Исследования показали, что у подопытных цыплят был более высокий коэффициент переваримости азота и сырого протеина корма, что и обеспечило более экономное расходование нутриентов рациона.

В образцах мышц цыплят, в рацион которых вводили полиминеральную кормовую добавку, снизилось содержание сырого протеина, собственно белка, а также холестерина и нитратов соответственно на 13,3; 15,2; 16,3 и 10,7% ( $p < 0,01$ , табл. 4). Белково-качественный показатель мяса (отношение триптофана к оксипролину) у подопытных птиц был выше на 6,9% ( $p < 0,05$ ).

В мясе бройлеров опытных групп были достоверно ниже процентная доля сухих веществ и золы, выше показатели влагоемкости (на 7,1%;  $p < 0,05$ ) и нежности (на 5,6%;  $p > 0,05$ ). Отмечено также снижение содержания жира (на 12,7%;  $p < 0,05$ ) и калорийности (на 13,7%;  $p < 0,01$ ) мяса бройлеров опытных групп (табл. 5).

При изучении минерального состава мышц установлено снижение содержания цинка, свинца (на 22,0 и

Т а б л и ц а 4

#### Биохимические показатели мяса бройлеров

Группа	Белок, %	Сырой протеин, %	Жир, %	Холестерол, мг·кг <sup>-1</sup>	Нитрат-ионы, мг·кг <sup>-1</sup>
I — контроль	18,11±1,21	20,07±0,19	6,55±0,68	49,12±1,20	13,44±0,39
II — ОР+100 мг·кг <sup>-1</sup>	15,35±0,51	17,41±0,39 $p < 0,01$	5,72±0,33	41,12±1,77 $p < 0,01$	12,00±0,20 $p < 0,01$

Т а б л и ц а 5

#### Характеристика мяса бройлеров

Группа	Сухое вещество, %	Вода, %	Влагоемкость, %	Зола, %	Нежность, у.ед.	Калорийность, кДж
I — контроль	28,77±0,90	71,23±1,35	61,54±0,96	1,86±0,09	449,0±54,10	703,1±11,10
II — ОР+ +100 мг·кг <sup>-1</sup>	24,45±0,52 $p < 0,01$	75,55±1,67	65,91±0,88 $p < 0,05$	1,49±0,03 $p < 0,05$	474,0±47,00	606,4±15,90 $p < 0,01$

12,9%;  $p < 0,01$ ) и меди (на 7,2%;  $p < 0,05$ ) цыплят, получавших минеральную добавку. Концентрация кадмия в мышцах птицы оставалась в пределах контрольных величин, а марганца незначительно повышалась в образцах от подопытных птиц (табл. 6).

Разница в содержании марганца в мышечной массе цыплят-бройлеров опытной и контрольной групп составила 19,3%. Однако статистического подтверждения получено не было. Учитывая особо значимую роль марганца,

как эссенциального биоэлемента, в энзиматических процессах минерализации костной матрицы, кроветворения и метаболизме птицы в целом [8, 9, 13], а также низкую обеспеченность элементом пахотных почв Белгородской обл. [25], мы не склонны негативно оценивать такое влияние эко на минеральный состав мышц. Также было отмечено увеличение концентрации марганца в крови и незначительно — в мышцах утят-бройлеров в группах, получавших с кормом эко [21].

Т а б л и ц а 6

Концентрация тяжелых металлов в образцах мышц

Группа	Содержание металла, мг·кг <sup>-1</sup>				
	Mn	Zn	Cu	Cd	Pb
I — контроль	0,930±0,073	16,25±0,46	0,690±0,027	0,029±0,002	0,310±0,005
II — ОР+100 мг·кг <sup>-1</sup>	1,110±0,062	12,68±0,39 $p < 0,01$	0,640±0,012	0,029±0,001	0,270±0,006 $p < 0,01$

Состояние иммунной системы животного организма зависит от многих факторов, включая алиментарные. Поэтому мы провели оценку неспецифической резистентности по показателям крови (табл. 7).

Т а б л и ц а 7

Показатели общей резистентности цыплят-бройлеров

Показатель	Группы и дозы сорбента, мг/кг	
	I (контроль)	II (100)
Общий белок, г/л	39,43±1,07	36,48±1,21
Фракции белка, %:		
альбумины	33,10±1,00	37,30±1,10 $p < 0,05$
α-глобулины	23,10±0,50	21,90±0,06 $p < 0,05$
β-глобулины	24,80±0,73	22,90±0,40 $p < 0,05$
γ-глобулины	19,00±0,67	17,90±0,40
АГ	0,50±0,02	0,60±0,03 $p < 0,05$
Иммуноглобулины, ед.	4,99±0,32	4,88±0,37

У бройлеров опытной группы по сравнению с контрольной отмечена тенденция к снижению уровня общего белка в сыворотке крови и повышение процентной доли альбуминовой фракции (на 12,7%;  $p < 0,05$ ). Увеличение уровня альбуминов указывает на активные пластические процессы в организме подопытных бройлеров. Об этом свидетельствует также альбумино-глобулиновое соотношение (0,50 в контроле и 0,60 в опытной группе,  $p < 0,05$ ). Эти данные коррелируют с показателями живой массы и среднесуточных приростов цыплят опытной группы. Количество глобулинов в сыворотке крови обеих групп не выходило за пределы физиологической нормы для птиц, но в опытной группе животных концентрация глобулиновой фракции оказалась несколько ниже (на 2,2%).

При анализе глобулиновых фракций нетрудно заметить, что концентрация α-глобулинов, включающих белки «острой фазы», в опытной группе на 5,2% ( $p < 0,05$ ), а β-глобулинов — на 7,7% ( $p < 0,05$ ) ниже, чем в конт-

рольной. Уровень у-глобулинов, представленных в основном антителами и составляющих основу неспецифического гуморального иммунитета, изменялся незначительно.

Использование в рационе минералосорбента способствовало приросту числа лейкоцитов на 20,5%, что косвенно отражает напряжение лейкопоэза и повышение резистентности бройлеров опытной группы (табл. 8).

Т а б л и ц а 8

**Лейкограмма цыплят-бройлеров при введении в рацион экос, %**

Показатель	Группы и доза экос, мг/кг	
	I (контроль)	II (100)
Лейкоциты, 10 <sup>9</sup> /л	43,50±0,50	52,40±0,99 p<0,01
Базофилы	0,95±0,25	1,45±0,40
Эозинофилы	1,40±0,21	2,65±0,15 p<0,01
Псевдоэозинофилы:		
палочкоядерные	3,25±0,40	4,55±0,74
сегментоядерные	10,30±0,98	15,50±1,12 p<0,01
Лимфоциты	83,00±1,61	73,20±1,49 p<0,01
Моноциты	1,10±0,16	2,65±0,28 p<0,01

Соотношение отдельных групп лейкоцитов у цыплят контрольных и опытных групп не выходило за пределы физиологических границ [3, 4]. Однако в лейкограмме подопытных птиц достоверно выше (за исключением базофильных гранулоцитов и лимфоцитов) содержание всех видов лейкоцитов. Увеличение содержания псевдоэозинофилов (на 48,0% по сравнению с контролем; p<0,01) характеризует усиление бактерицидной и антиоксидантной функций крови.

В крови подопытных птиц уровень эозинофильных (p<0,01) и базофильных (p>0,05) гранулоцитов был также выше, чем в контрольной группе. Можно предполагать, что у птиц

контрольной группы способность к проявлению защитных аллергических реакций (при более низком содержании эозинофилов и базофилов) подавлена, а следовательно, понижена резистентность их организма по сравнению с бройлерами опытных групп.

Сопоставление процентной доли псевдоэозинофилов и моноцитов в крови обследуемых цыплят свидетельствовало об усилении системы неспецифического клеточного иммунитета птиц, получавших с кормом минералосорбент.

Известно, что лимфоциты составляют центральное звено в специфических иммунных реакциях как предшественники антителообразующих клеток и как носители иммунологической памяти. Снижение их числа в опытной группе цыплят (на 11,8%; p<0,01) можно характеризовать как отсутствие потребности организма в мобилизации иммунной системы на воздействия средовых факторов.

Высказанное предположение подтверждает анализ результатов опытов по изучению реакции задержки гемагглютинации (РЗГА), направленных на выяснение напряженности иммунитета к болезни Ньюкастла. Установлено, что после первой прививки, проведенной в 11-суточном возрасте, напряженность группового иммунитета в обеих группах цыплят была равноценной: 80% поголовья имели титры от 1:2 до 1:64 (табл. 9).

Повторная вакцинация выявила рост напряженности специфического

Т а б л и ц а 9

**Динамика напряженности специфического иммунитета (вакцинация против болезни Ньюкастла)**

Группа	Напряженность иммунитета, % (титры)	
	после первой вакцинации	после второй вакцинации
I (контрольная)	80 (2÷64)	85 (0÷512)
II (опытная)	80 (2÷64)	87 (2÷512)

иммунитета в контрольной группе до 85%, однако наряду с высокими максимальными титрами (1:512) выявлялись также нулевые титры, характеризующие неиммунную птицу. Подопытные бройлеры отличались более высокими значениями как группового иммунитета, который составил 87%, так и индивидуального — титры от 1:2 до 1:512. Отсутствие нулевых титров в группах птиц, получавших экое, свидетельствуют о наличии у них более стабильного, чем у контрольной птицы, иммунитета.

Таким образом, результаты анализа лейкограмм и тестов РЗГА позволяют судить об усилении у птицы опытной группы неспецифического клеточного иммунитета на фоне стабильной специфической защиты.

В специальных исследованиях было показано, что для микроскопического строения иммунокомпетентных органов (селезенка, тимус, фабрициева сумка) контрольной птицы характерны признаки вторичной иммунодепрессии I—II степени. Экое оказало положительное влияние на морфофункциональные характеристики селезенки, тимуса и бурсы, они сохраняли типичную структурную организацию; признаки иммунодефицитного состояния не выявлялись. Обеспечение адекватной адаптации цыплят контрольной группы к нега-

тивным воздействиям внешней среды выражалось в напряжении функций организма, что вело к деструкции и деградации иммунокомпетентных органов различной степени выраженности [12, 22].

## Выводы

1. Введение в рацион цыплят-бройлеров природной сорбционно-активной полиминеральной добавки экое, созданной на основе гидроалюмосиликатов месторождений Белгородской обл., положительно влияет на физиологическое состояние, активизирует рост, повышает сохранность и резистентность выращиваемой птицы.

2. Повышение в крови содержания эритроцитов, гемоглобина, изменение геометрического профиля и функциональных свойств клеток красной крови свидетельствуют об инициации эритропоэза у цыплят, в рацион которых вводилась природная полиминеральная добавка.

3. Добавление к рациону экое в дозе 100 мг • кг<sup>-1</sup> массы тела способствует повышению продуктивности цыплят: увеличивается масса тушки, повышается диетическая ценность и эколого-биологическая чистота получаемого мяса. Добавка экое имеет пролонгированное действие, поэтому целесообразно ее одноразовое назначение с недельным интервалом.

## Библиографический список

1. Ашкинази И.Я. Разрушение эритроцитов // Физиология системы крови. Физиология эритропоэза: Руководство по физиологии. JL: Наука, 1979. С. 274-334.
2. Барбашова З.Н. Дыхательная функция крови // Экологическая физиология животных. 4.П. Физиологические системы в процессе адаптации к факторам среды обитания. В серии: Руководство по физиологии. JL: Наука, 1981. С. 68-117.
3. Болотников И.А., Соловьев Ю.В. Гематология птиц. JL: Наука, 1980.
4. Болотников П.А., Конопатов Ю.И. Практическая иммунология сельскохозяйственной птицы. СПб.: Наука, 1993.
5. Быков А.А., Мурзин Н.В. Проблемы анализа безопасности человека, общества и природы. СПб.: Наука, 1997.
6. Владимиров В.Л. Определение тяжелых металлов и металлоидов в животноводческой продукции // Зоотехния, 1995. № 11. С. 22-24.
7. Воронков М.Г., Барышюк В.П. Силатраны в медицине и сельском хозяйстве. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2005.

8. *Георгиевский В.И., Анненков Б.П., Самохин В.Т.* Минеральное питание животных. М.: Колос, 1979.
9. *Ершов Ю.А., Плетнева Т.В.* Механизмы токсического действия неорганических соединений. М.: Медицина, 1989.
10. *Иржак Л.И.* Эволюция системы крови // Эволюционная физиология / Ред. Е.М. Крепе. 4.2. Л.: Наука, 1983. С. 262-300.
11. *Иржак Л.И., Гладилев В.В., Моисеенко Н.А.* Дыхательная функция крови в условиях гипероксии. М.: Медицина, 1985.
12. Использование природного гидроалюмосиликата в животноводстве и ветеринарии: Методические рекомендации (Издание 2-е, перераб. и дополн.) / А.А. Шапошников, А.А. Мусиенко, Г.И. Горшков, Е.А. Липунова и др. Белгород: Изд-во БелГСХА, 2003.
13. *Кальницкий Б.Д.* Минеральные вещества в кормлении животных. Л.: Агропромиздат, 1985.
14. *Коржуев П.А.* Гемоглобин. Сравнительная физиология. М.: Наука, 1964.
15. *Коржуев П.А.* Проблемы оксигенации гемоглобина // Успехи физиологических наук. 1973. Т. 4. № 3. С. 69-112
16. *Костина М.А.* Экспресс-метод определения иммуноглобулинов в сыворотке крови и молозиве цинксульфатным раствором и применение его для оценки резистентности новорожденных телят // Проблемы повышения резистентности животных: Сб. тр. ВНИИНБЖ. Воронеж, 1983. С. 71-76.
17. *Коштояц Х.С.* Основы сравнительной физиологии. В 2 т. М.: Изд-во АН СССР, 1950. Т. 1.
18. *Кудрявцев А.А., Кудрявцева Л.А.* Клиническая гематология животных. М.: Колос, 1974.
19. *Кузнецов А.Ф., Мухина Н.В., Барсов И.В.* Методические рекомендации по использованию природных минералов-сорбентов в животноводстве. СПб.: Наука, 1993.
20. *Кузнецов С.Г.* Природные цеолиты в животноводстве и ветеринарии // Сельскохозяйственная биология, 1993. №4. С. 28-44.
21. *Липунова Е.А., Беляева А.А., Белякова В.С.* Влияние гидроалюмосиликатного сорбента на элиминацию тяжелых металлов и накопление витаминов в организме птицы // Миграция тяжелых металлов и радионуклидов в звене: почва — растение (корм, рацион) — животное — продукт животноводства — человек: Материалы Второго Международного симпозиума. Великий Новгород: Изд-во «Виконт», 2000. С. 99-102.
22. *Липунова Е.А., Беляева А.А.* Изменение уровня резистентности организма цыплят-бройлеров при включении в рацион полиминеральной кормовой добавки // Приспособления организмов к действию экстремальных экологических факторов: Материалы 7 Международной научно-практической экологической конференции (Белгород, 5-6 ноября 2002 г.). Белгород: Изд-во БелГУ, 2002. С. 39-41.
23. *Липунова Е.А., Скоркина М.Ю.* Способ визуализации форменных элементов крови птиц на одном мазке // Патент на изобретение РФ № 2224235 от 20. 02. 2004, приоритет от 06.05.2002.
24. *Липунова Е.А., Никитин В.М., Чеканов Н.А., Скоркина М.Ю.* Способ идентификации субпопуляций эритроцитарной системы // Патент на изобретение РФ № 2234701 от 20.08.2004, приоритет от 17.12.2002.
25. *Лукин С.В.* Агроэкологическое состояние почв Белгородской области // Проблемы региональной экологии. 2005. № 6. С. 118-123.
26. *Митюшиников В.М.* Естественная резистентность сельскохозяйственной птицы. М.: Россельхозиздат, 1985.
27. *Никитин В.Н.* Гематологический атлас сельскохозяйственных и лабораторных животных. М.: Сельхозиздат, 1956.

28. Ускоренное выведение тяжелых металлов из организма животных / Г.Н. Вязенен, А.И. Токарь, В.А. Савин и др. В. Новгород: Изд-во «Виконт», 1997.
29. Ужанский Я.Г. Физиологические механизмы регенерации крови. М.: Медицина, 1968.
30. Фелленберг Г. Загрязнение природной среды. М.: Мир, 1997.
31. Фомичев Ю.П. Загрязнители продовольственного сырья, пищевых продуктов и кормов. Дубровицы, МО, 1998.
32. Энтеросорбция / Под ред. НА. Белякова. JL: Центр сорбционных технологий, 1991.

Рецензент — д. с.-х. н. А.К. Османян

#### SUMMARY

The efficiency of natural polymineral active sorbent “Ecos” from hydroalumosilicate deposit of Belgorod area in dosage of 100 mg/kg of live weight is investigated in experiments with broiler chickens. The mineral additive has a positive impact on daily live weight gains, final results of meat production and quality of meat. The authors stated the improvement of blood cell immune system response and positive changes in blood composition. «Ecos» activated erythropoiesis, enlarged the external surface of erythrocytes and consequently the blood oxygen binding capacity. The authors recommend the natural polymineral active sorbent additive «Ecos» to be used in broiler meat production.

*Key words:* broilers, sorbent, immunity, blood indices.

**Иванов Алексей Алексеевич** — д. б. н., РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева. Тел. 976-39-19. Эл. почта: [ayvanov@timacad.ru](mailto:ayvanov@timacad.ru).

**Липунова Е.А.** — к. б. н., РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева. Эл. почта: [Li.punova@bsu.edu.ru](mailto:Li.punova@bsu.edu.ru).