

Биохимические и морфологические показатели крови цыплят-бройлеров при разном уровне кальция в рационе

Вертипрахов В.Г., доктор биологических наук, главный научный сотрудник -зав. отделом физиологии и биохимии

Грозина А.А., кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник отдела физиологии и биохимии

Овчинникова Н.В., младший научный сотрудник отдела физиологии и биохимии

Кощеева М.В., лаборант-исследователь

ФГБНУ Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства»
Российской академии наук (ФНЦ «ВНИТИП» РАН)

Аннотация: Представлены результаты исследований крови цыплят-бройлеров при разных уровнях кальция в рационе. Опыт выполнен на 15 бройлерах кросса «Смена-8» в возрасте 30-35 дней жизни, разделенных на 3 группы по 5 голов и получавших с одинаковым рационом разные уровни кальция: оптимальный (0,9%, контрольная группа 1), ниже (0,8%, группа 2) и выше оптимального (1,0%, группа 3). В плазме крови бройлеров определяли концентрации общего белка, кальция, общего фосфора, холестерина, а также активность трипсина, амилазы, липазы и щелочной фосфатазы (ЩФ); определены также основные морфологические показатели крови (уровни гемоглобина, лейкоцитов, эритроцитов и др.). В группе 3 активность трипсина достоверно снижалась на 25,0%, активность ЩФ повышалась на 42,3%, активность липазы увеличивалась на 72,2% ($p < 0,05$). В группе 2 отмечено достоверное и резкое повышение активности ЩФ на 78,9%, липазы на 61,1%, при снижении концентрации фосфора на 15,4% ($p < 0,05$), что может свидетельствовать о возрастании метаболической нагрузки на печень или костную ткань. В обеих опытных группах отмечено достоверное снижение уровней эритроцитов (на 11,9 и 7,6% в группах 2 и 3 соответственно, $p < 0,05$) и гемоглобина, что может указывать на снижение напряженности клеточного метаболизма. Сделан вывод, что содержание кальция в рационе бройлеров оказывает существенное влияние на активность в крови трипсина, липазы и щелочной фосфатазы, а также на концентрации фосфора, эритроцитов и гемоглобина. Субоптимальные уровни кальция, особенно избыточные, оказывают негативное влияние на общее состояние метаболизма и гомеостаз у бройлеров.

Ключевые слова: цыплята-бройлеры, кальций, фосфор, биохимические показатели крови, эритроциты, гемоглобин.

Введение. Вопросам обмена кальция и фосфора в организме птицы в научной литературе уделяется много внимания в связи с многогранным влиянием минеральных веществ на физиологи-

ческие процессы. Кальций необходим для формирования костной ткани, для сердечной, нервной и мышечной деятельности, обеспечения защитных функций организма, регуляции

репродуктивных функций птицы.

В бройлерном птицеводстве весьма актуальной проблемой является оптимизация макроэлементов в рационе, так как особенностью птицы является высокий





уровень минерального обмена и скорости роста, что позволяет получать максимальный выход мяса бройлеров уже на 42 сутки [1].

Судя по материалам доступных публикаций [2], чаще всего нарушения метаболизма в костях нижних конечностей наблюдались у быстрорастущего молодняка: у бройлеров, индюшат, утят. Диагностика нарушений роста, развития и метаболизма в костной системе контролированием содержания определенных веществ в крови, других тканях и органах затруднена тем, что организм длительное время поддерживает их состав в норме (динамичное равновесие) с помощью мобилизации этих веществ из других тканей. Содержание минеральных веществ, например, кальция, в плазме крови также относительно стабильно даже при очень большой разнице в содержании витамина Д3 в комбикормах. Наиболее критичным периодом для минерализации костной ткани у цыплят-бройлеров следует считать 25-30 дней жизни [3].

Известно, что высокий уровень кальция в рационе (в используемом на практике диапазоне) укрепляет костяк бройлеров [4]. Определение ряда показателей биохимического состава

крови является одним из методов определения состояния здоровья цыплят-бройлеров, позволяющим объективно оценить физиологический статус организма [5].

Выполненные ранее исследования на курах-несушках [6] показали, что при изменении уровня кальция в рационе отмечалось параллельное увеличение концентрации кальция в крови, причем содержание общего кальция имело обратную корреляцию с активностью трипсина в плазме крови. На цыплятах-бройлерах вопросы адаптации организма к различным уровням кальция в корме изучены недостаточно полно. Поэтому целью настоящего исследования являлось изучение морфологических и биохимических показателей крови цыплят-бройлеров, в том числе активности пищеварительных

ферментов, при введении в рацион разного количества кальция.

Материал и методика исследований. Исследования выполняли на 15 цыплятах-бройлерах кросса «Смена-8» 30-35-суточного возраста, которые содержались в условиях вивария ФНЦ «ВНИТИП» РАН. Световой, температурный и влажностный режим, фронт кормления и поения соответствовали зоотехническим требованиям. Кормили птицу в соответствии с рекомендациями ВНИТИП [7]. Состав контрольного рациона (с 0,9% кальция) представлен в табл. 1; рационы опытных групп отличались от него только уровнем кальция, который регулировали с помощью уровня ввода известняка. Схема опыта представлена в табл. 2.

Кровь для исследований полу-

Таблица 1. Состав и питательность рациона для бройлеров

Показатель	Группы		
	1 контрольная	2 опытная	3 опытная
Пшеница	19,97	19,97	19,97
Шрот подсолнечный	6,00	6,00	6,00
Шрот соевый	25,00	25,00	25,00
Кукуруза	36,20	36,20	36,20
Известняк (Са 36%)	1,3	1,15	1,44
Мука рыбная	4,00	4,00	4,00
Масло подсолнечное	6,00	6,00	6,00
Премикс	0,21	0,21	0,21
Лизин сульфат	0,22	0,22	0,22
Монокальцийфосфат	0,60	0,60	0,60
Метионин	0,23	0,23	0,23
Соль	0,27	0,27	0,27
Показатели питательности рациона			
Обменная энергия, ккал/100 г	320,00	320,00	320,00
Сырой протеин, %	20,74	20,74	20,74
Сырая клетчатка, %	4,21	4,21	4,21
Сырой жир, %	8,49	8,49	8,49
Кальций, %	0,90	0,80	1,00
Фосфор, %	0,63	0,63	0,63



Таблица 2. Схема опыта на цыплятах-бройлерах кросса «Смена-8»

Группа	Количество птицы, гол.	Особенности кормления
1 контрольная	5	Основной рацион (ОР) с 0,9% кальция
2 опытная	5	ОР с 0,8% кальция
3 опытная	5	ОР с 1,0% кальция

чали у птицы на 30 и 35-сутки выращивания натошак из подкрыльцовой вены, добавляли цитрат натрия и центрифугировали при 4000 об./мин в течение 3 мин. Полученную плазму исследовали на проточном полуавтоматическом анализаторе Sinnowa BS3000P («SINNOWA Medical Science & Technology Co., Ltd», Китай) с использованием биохимических наборов («ДИАКОН-ВЕТ», Россия), определяя общий белок, холестерин, кальций, фосфор, активность щелочной фосфатазы. Активность трипсина определяли кинетическим методом [8]. Активность амилазы и липазы определяли на автоматическом биохимическом анализаторе Chemwell 2900 (Т) («Awareness Technology», США) с использованием соответствующих наборов реагентов (Human GmbH, Германия). Гематологические исследования крови выполняли на автоматическом гематологическом анализаторе для ветеринарии DF-50 (Dymind Biotech, КНР) с использованием фирменных реагентов.

Статистическую обработку результатов исследования вы-

полнили, используя компьютерную программу Excel, определяя среднее значение (М) и среднеквадратичное отклонение (m). Достоверность результатов определяли при помощи таблиц Стьюдента, разница считалась достоверной при $p < 0,05$.

Результаты исследований и их обсуждение. Изменение количества кальция в рационе цыплят-бройлеров оказывало влияние на ряд биохимических показателей крови (табл. 3).

Активность амилазы при содержании цыплят-бройлеров на рационах с разными уровнями кальция существенно не изменялась. Активность липазы при уменьшении уровня кальция в корме до 0,8% достоверно увеличивалась на 61,1%, при увеличении уровня кальция до 1,0% - также увеличивалась на 72,2%

($p < 0,05$), что, по-видимому, связано с изменением липидного обмена. При увеличении содержания кальция в корме до 1,0% отмечается также достоверное снижение концентрации холестерина в крови на 9,5% ($p < 0,05$).

Активность трипсина в плазме крови 3 опытной группы достоверно снижалась по сравнению с контрольной группой на 25,0% ($p < 0,05$). Учитывая значение этого фермента в поддержании артериального давления и проницаемости сосудов (особенно капилляров), можно заметить, что усвояемость питательных веществ будет снижаться вследствие уменьшения диаметра и проницаемости сосудов [9].

Содержание общего белка в крови было относительно низким и не изменялось при вариациях уровня кальция в корме.

Активность фермента щелочная фосфатаза (ЩФ), который участвует в гидролизе эфиров фосфорной кислоты, повышалась по сравнению с контроль-

Таблица 3. Биохимические показатели крови цыплят-бройлеров кросса «Смена-8» при разном уровне кальция в рационе (n=10)

Показатель	Группа (процент кальция в рационе)		
	1к (0,9)	2 (0,8)	3 (1,0)
Активность амилазы, ед./л	259±25,3	233±24,5	246±18,5
Активность липазы, ед./л	18±1,9	29±3,0*	31±4,2*
Активность трипсина, ед./л	60,3±5,74	56,4±3,15	45,0±3,79*
Общий белок, г/л	23,3±0,78	22,3±0,53	22,5±0,53
Активность щелочной фосфатазы, ед./л	2087,7±283,12	3736,6±269,83*	2970,2±122,78*
Холестерин, ммоль/л	2,1±0,07	2,0±0,06	1,9±0,05*
Кальций, ммоль/л	1,6±0,05	1,7±0,06	1,8±0,09
Общий фосфор, ммоль/л	1,3±0,07	1,1±0,02*	1,5±0,20

* различия с контролем достоверны при $p < 0,05$.



ной группой на 78,9% ($p < 0,05$) при уменьшении уровня кальция в корме до 0,8%, а при увеличении содержания кальция до 1,0% - на 42,3% ($p < 0,05$). Следовательно, отклонение от оптимального уровня содержания кальция в крови вызывает увеличение активности ЩФ, что связано, по-видимому, с усилением функции печени в процессе адаптации к новому уровню содержания кальция в корме.

Из табл. 3 видно, что снижение уровня кальция в рационе приводило к достоверному снижению концентрации общего фосфора в крови на 15,4% ($p < 0,05$), а увеличение уровня кальция (группа 3) - наоборот, к повышению, однако разница с контролем в этом случае была недостоверной. Следует заметить, что увеличение концентрации фосфора в крови в группе 3 идет параллельно с увеличением активности ЩФ, в то время как при снижении кальция в рационе до 0,8% (группа 2) происходит увеличение активности ЩФ и уменьшение концентрации фос-

фора в крови по сравнению с контролем. Из литературы известно, что ЩФ принимает участие в транспорте фосфора через клеточную мембрану [5], и поэтому ее активность можно считать маркером интенсивности фосфорно-кальциевого обмена. Причина повышения активности ЩФ в крови на фоне снижения уровня фосфора обусловлена, по-видимому, усилением действия энзима на фосфорные соединения с целью увеличения уровня фосфора в крови.

Таким образом, содержание кальция в рационе цыплят-бройлеров оказывает существенное влияние на активность в крови трипсина, липазы и щелочной фосфатазы.

Морфологические показатели крови являются стабильными и реагируют на действие сильных раздражителей. Наши исследования показали, что отклонение содержания кальция в корме от нормы оказывает негативное влияние на количество эритроцитов в крови цыплят-бройлеров (табл. 4).

При снижении содержания кальция в рационе бройлеров с 0,9 до 0,8% количество эритроцитов в крови достоверно уменьшается на 11,9%, а при увеличении кальция в корме до 1,0% - на 7,6% ($p < 0,05$). Гемоглобин, содержащийся внутри эритроцитов, выполняет функцию переноса кислорода и во многом определяет уровень обменных процессов в клетке. Снижение уровня гемоглобина параллельно количеству эритроцитов указывает на низкий уровень метаболизма, что согласуется с активностью трипсина в плазме крови и изменением проницаемости капилляров.

Биохимические и морфологические показатели крови птицы служат критерием оценки состояния их здоровья и уровня обмена веществ. Проведенные ранее исследования на мясных курах, содержащихся на рационе, загрязненном Т2-токсином в дозе, превышающей предельно допустимую концентрацию, показали, что при этом существенно изменяются показатели активности трипсина (снижаются) и щелочной фосфатазы (повышаются) [10]. Зарубежными исследователями обнаружены изменения активности амилазы и липазы в крови уток при избыточном содержании в рационе афлатоксинов [11]. Активность протеоли-

Таблица 4. Гематологические показатели крови цыплят-бройлеров 35-суточного возраста кросса «Смена-8» при разном уровне кальция в рационе (n=10)

Показатель	Группа (процент кальция в рационе)		
	1к (0,9)	2 (0,8)	3 (1,0)
Лейкоциты, $\times 10^9/\text{л}$	34,6 \pm 1,10	31,4 \pm 1,38	33,3 \pm 1,07
Нейтрофилы, %	14,4 \pm 2,29	11,7 \pm 1,01	14,0 \pm 0,70
Лимфоциты, %	17,5 \pm 2,44	17,7 \pm 2,18	17,0 \pm 1,46
Эритроциты, $\times 10^{12}/\text{л}$	1,85 \pm 0,011	1,63 \pm 0,080*	1,71 \pm 0,050*
Гемоглобин, г/л	94 \pm 0,59	83 \pm 2,36*	88 \pm 2,15*



тических ферментов в крови животных указывает на интенсивность обменных процессов в организме [12]. Повышение в крови концентрации общего кальция коррелирует с содержанием кальция в илеальном содержимом, что свидетельствует об удалении избыточного кальция из организма птицы [6]. Полученные в нашем эксперименте данные согласуются с результатами исследований, полученными ранее, в том числе зарубежными учеными.

Выводы. 1. Использование кальция в рационе цыплят-бройлеров в количестве, превышающем оптимальный уровень (1,0%), вызывает достоверное снижение активности трипсина в крови на 25,0% и увеличение активности ЩФ на 42,3%, что отражается на пищеварении и состоянии кишечника.

2. Активность липазы при уменьшении уровня кальция в корме до 0,8% достоверно увеличивается на 61,1%, при увеличении уровня кальция до 1,0% - также увеличивается на 72,2% ($p < 0,05$), что, по-видимому, связано с изменением липидного обмена.

3. Снижение количества кальция в рационе цыплят-бройлеров с 0,9 до 0,8% вызывает резкое увеличение активности щелочной

фосфатазы (на 78,9%) и достоверное снижение концентрации общего фосфора в крови, что может быть связано с возрастанием нагрузки на печень или костную ткань при высвобождении фосфора и кальция для обеспечения физиологических потребностей организма.

4. При снижении содержания кальция в рационе бройлеров с 0,9 до 0,8% количество эритроцитов в крови достоверно уменьшается на 11,9%, а при увеличении кальция в корме до 1,0% - на 7,6% ($p < 0,05$). Параллельно изменяется и концентрация гемоглобина, что указывает на снижение напряженности клеточного метаболизма.

Полученные данные свидетельствуют о том, что содержание кальция в рационе цыплят-бройлеров оказывает существенное влияние на активность в крови трипсина, липазы и щелочной фосфатазы, а также на уровень эритроцитов и концентрации фосфора и гемоглобина. Субоптимальные уровни кальция, особенно избыточные, оказывают негативное влияние на общее состояние метаболизма и гомеостаза.

Литература

1. Ковалевский, В.В. Биологически активная добавка Кальций-МАКГ в рационах бройлеров / В.В. Ковалев-

ский, А.А. Астраханцев, Е.М. Кислякова // Птицеводство. - 2012. - №3. - С. 35-36.

2. Имангулов, Ш.А. Снижение ущерба от нарушений метаболизма в опорно-двигательной системе у птицы / Ш.А. Имангулов, Т.Т. Папазян, А.Ш. Кавтарашвили. - Сер. Клиническая диетология. - Сергиев Посад, 2002. - С.3-24.

3. Волкова, М.В. Возрастные особенности морфологических показателей большеберцовой кости, динамика содержания кальция и фосфора в крови и костной ткани у цыплят-бройлеров кросса «Кобб Авиан 48» / М.В. Волкова, Е.А. Исаенков, Г.С. Тимофеева, М.П. Фисенко // Агр. вестник Урала. - 2008. - №5. - С. 57-59.

4. Лазарева, Н. Ферменты с фитазной активностью в рационе бройлеров // Животноводство России. - 2015. - №5. - С. 18-20.

5. Ермолина, С.А. Биохимические показатели крови цыплят-бройлеров при применении альгасола / С.А. Ермолина, К.В. Булдакова, В.А. Созинов // Усп. соврем. естествознания. - 2014. - №9. - С. 34-37.

6. Вертипрахов, В.Г. К вопросу о метаболизме кальция в организме кур-несушек / В.Г. Вертипрахов, А.А. Грозина, Т.М. Ребракова, И.В. Кислова // Птицеводство. - 2019. - № 9-10. - С. 80-85.

7. Фисинин, В.И., Манукян В.А., Ленкова Т.Н. [и др.] Руководство по оптимизации рецептов комбикормов для сельскохозяйственной птицы. - Сер-



- гиев Посад: ВНИТИП, 2014. - 155 с.
8. Вертипрахов, В.Г. Оценка состояния поджелудочной железы методом определения активности трипсина в крови птицы / В.Г. Вертипрахов, А.А. Грозина // Ветеринария. - 2018. - №12. - С. 51-54.
9. Яровая, Г.А. Калликреин-кининовая система: новые факты и концепции (обзор) // Вопр. мед. химии. - 2001. - Т. 47, №1. - С. 20-42.
10. Вертипрахов, В.Г. Пищеварение и обмен веществ у мясных кур при экспериментальном микотоксикозе / В.Г. Вертипрахов, Н.Н. Гогина, А.А. Грозина, Л.В. Хасанова, Т.М. Ребракова // Ветеринария и кормление. - 2017. - №6. - С. 17-20.
11. Valchev, I. Impaired pancreatic function in mulard ducks with experimental aflatoxicosis / I. Valchev, N. Grozeva, D. Kanakov, Ts. Hristov, L. Lazarov, R. Binev, Y. Nikolov // Agric. Sci. Technol. - 2013. - V. 5, No 4. - P. 394-399.
12. Фисинин, В.И. Адаптация панкреатической секреции и метаболизма у животных с разным типом пищеварения при замене белкового компонента рациона / В.И. Фисинин, В.Г. Вертипрахов, Е.Л. Харитонов, А.А. Грозина // С.-х. биология. - 2019. - Т. 54, №6. - С. 1122-1134.

Для контакта с авторами:

Вертипрахов Владимир Георгиевич

E-mail: vertiprakhov63@mail.ru

Грозина Алена Андреевна

E-mail: alena_fisinina@mail.ru

Овчинникова Наталья Владимировна

E-mail: natalya.o90@mail.ru

Кошчева Мария Валентиновна

E-mail: vlk.733@mail.ru

Biochemical and Morphological Blood Indices in Broilers Fed Different Dietary Calcium Levels

Vertiprakhov V.G., Grozina A.A., Ovchinnikova N.V., Koshcheeva M.V.

Federal Scientific Center "All-Russian Research and Technological Institute of Poultry" of Russian Academy of Sciences

Summary: *The effects of different dietary calcium (Ca) levels on certain biochemical and morphological blood parameters in broilers were studied. The trial was performed on 15 broilers (cross Smena-8, 30-35 days of age) allotted to 3 treatments and fed the same diet with optimal Ca level (0.9%, control treatment 1) and levels below (0.8%, treatment 2) and above (1.0%, treatment 3) the optimal. Concentrations of total protein, Ca, total phosphorus (P), cholesterol, activities of trypsin, amylase, lipase, and alkaline phosphatase (AP) in blood serum were determined; basic morphological blood parameters were also determined (RBC, WBC, hemoglobin, etc.). The activity of trypsin in T3 was significantly lower in compare to T1 by 25.0%, activity of lipase higher by 72.2%, activity of AP higher by 42.3% (P<0.05). In T2 the significant increases in the activities of AP (by 78.9) and lipase (by 61.1%) in compare to T1 were found, concentration of total P was lower by 15.4% (P<0.05); these changes probably indicate the increased metabolic load on the liver and/or bone tissues. RBC count was significantly lower in T2 and T3 in compare to T1 (by 11.9 and 7.6%, respectively, P<0.05), as well as concentration of hemoglobin, probably indicating the decreased intensity of cell metabolism. The conclusion was made that dietary Ca level significantly affects the activities of trypsin, lipase, and AP, concentration of total P in blood serum, levels of RBC and hemoglobin; suboptimal dietary Ca levels (especially excessive) can negatively affect overall metabolic status and homeostasis.*

Key words: *broiler chicks, calcium, phosphorus, biochemical blood indices, red blood cells (RBC), hemoglobin.*