

УДК 612.751.1: 612.752

ФОРМИРОВАНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА КОСТНОЙ ТКАНИ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ ПРИ ВКЛЮЧЕНИИ В ИХ РАЦИОН РЕГУЛЯТОРОВ МИНЕРАЛЬНОГО ОБМЕНА

А.А. ИВАНОВ, АН. ИЛЬЯШЕНКО

(Кафедра морфологии и физиологии животных
РГАУ - МСХА имени КА. Тимирязева)

На цыплятах-бройлерах кросса «Смена-7» изучали влияние регуляторов минерального обмена (ферменты, витамин D₃, цитрат марганца и цитрат кальция) на формирование трубчатой кости *os tibia* и содержание в ней минеральных элементов. Описана динамика содержания Са и Мп в большеберцовой кости цыплят в раннем постнатальном онтогенезе.

Ключевые слова: минеральный обмен, костная ткань, биологически активные вещества, цыпленок-бройлер, витамин D₃.

Современная селекция цыплят-бройлеров направлена на улучшение продуктивных качеств птицы. Главной особенностью онтогенеза цыпленка-бройлера является высокая скорость накопления мышечной массы на фоне сдержанного развития других органов, включая скелет. За первый месяц постнатального развития цыпленок демонстрирует очень высокую скорость роста и достигает живой массы 1,0-1,5 кг. Костяк цыпленка и суставной аппарат конечностей не успевают в своем развитии за ростом скелетных мышц. Под грузом мышечной массы скелет подвергается деформационным изменениям. По этой причине производственники при выращивании цыплят-бройлеров встречаются с патологиями нижних конечностей, наносящими существенный экономический ущерб. Проблему «слабого костяка» цыплят-бройлеров на производстве пытаются решить путем дополнительного включения

в стандартный рацион биологически активных веществ, которые ускоряют процесс формирования костей в раннем онтогенезе [4, 10].

В наших исследованиях использовались негормональные препараты разной метаболической направленности: мультиэнзимная композиция натузим, препарат ровимикс Ну-D₃, цитраты марганца и кальция. Кормовая добавка натузим содержит ферменты, которые, по заявлению производителя препарата, повышают эффективность гидролиза органических нутриентов корма. Наряду с этим препарат за счет фитазы высвобождает минеральные вещества из состава тяжело гидролизующихся соединений фитиновой кислоты и повышает доступность макро- и микроэлементов растительного корма [5, 9].

Витаминный препарат ровимикс Ну-D₃ содержит активированную форму витамина D₃. Входящий в состав препарата 25-оксихолекальциферол

является природным высокоактивным метаболитом, который в животном организме образуется печенью путем гидроксирования холекальциферола. Считается, что 25-окси-холекальциферол способствует абсорбции кальция в слизистой оболочке тонкого кишечника и отложению кальция в органическом матриксе костей молодых животных [2].

Цитрат кальция ($\text{Ca}_3(\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7)_2$) и цитрат марганца ($\text{Mn}_3(\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7)_2$) обладают более высокой степенью усвояемости по сравнению с минеральными солями кальция и марганца [1, 7]. Молекула цитрата представляет собой конгломерат, состоящий из легкорастворимого остатка лимонной кислоты и катионов металла, которые, высвобождаясь в кишечнике, проходят сквозь мембраны эпителиоцитов путем облегченного переноса [3, 8].

Мы попытались найти способ влияния на минеральный обмен птицы, включая в состав рациона эти добавки по отдельности, и комбинируя их между собой, чтобы ускорить процесс костеобразования, повысить прочность костей конечностей и их состав и в конечном счете исключить

патологии опорно-двигательного аппарата в период раннего постнатального развития цыплят-бройлеров.

Методика

В качестве объекта исследования были выбраны цыплята-бройлеры кросса «Смена 7». Это отечественный кросс, полученный в ППЗ «Смена» и хорошо зарекомендовавший себя на многих бройлерных птицефабриках. Опыт проводили весной 2009 г. Суточных цыплят закупили в ППЗ «Смена». Птицу содержали в учебно-производственном птичнике РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева. Группы формировали в первый день после завоза цыплят. Всего в эксперименте было 6 групп по 40 гол., первая группа служила контролем (схема). Каждая группа была размещена в отдельную клетку в верхнем ярусе клеточной батареи БКМ-3. Кормление и содержание птицы было организовано в соответствии с рекомендациями ВНИТИПа [9]. Нормативы по плотности посадки и фронту кормления поддерживали за счет еженедельных контрольных убоев.

Схема опыта

Группа	Количество голов	Состав рациона
1	40	Основной рацион (ОР)
2	40	ОР + натузим 350 г/т
3	40	ОР + ровимикс Ну-D ₃ 0,069 мг/кг
4	40	ОР + натузим 350 г/т + ровимикс Ну-D ₃ 0,069 мг/кг
5	40	ОР + натузим 350 г/т + ровимикс Ну-D ₃ 0,069 мг/кг + цитрат Mn 198 мг/кг
6	40	ОР + натузим 350 г/т + ровимикс Ну-D ₃ 0,069 мг/кг + цитрат Mn 198 мг/кг + цитрат Ca 10 г/кг

В ходе эксперимента производили регулярное контрольное взвешивание всей птицы и контрольный убой — по 5 гол. в каждой группе с предварительной оценкой клинических показателей. Разделку тушек и аналитическую работу проводили в лаборатории кафедры физиологии и биохимии

животных РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева.

Для оценки процесса костеобразования у цыплят-бройлеров использовали большеберцовую кость (*os tibia*). Установлено, что эта кость содержит больше неорганических веществ, чем другие кости скелета [3]. Большебер-

цовая кость чаще других деформируется у цыплят-бройлеров с большой живой массой.

Элементный анализ осуществляли на пламенном однолучевом атомно-абсорбционном спектрофотометре «Спектр-5», по методике, приводимой в руководстве к прибору.

Результаты и их обсуждение

В условиях нашего опыта мы не обнаружили внешних признаков деформации кости os *tibia* у цыплят опытных и контрольной групп. В течение 42 дней у цыплят всех шести групп имело место закономерное изменение линейных и весовых характеристик большеберцовой кости.

Исследования показали, что в период раннего постнатального развития цыплят-бройлеров (с 1-го по 42-й день жизни) содержание золы в большеберцовой кости достоверно возрастает более чем в 1,5 раза, с 26,8 до 41,5% в расчете на сухое обезжиренное вещество.

Наиболее интенсивно накопление золы в костях проходит в первую неделю жизни цыпленка-бройлера. Отмечено положительное влияние добавки натумиз на минерализацию костной ткани. Во 2-, 4- и 5-й группах в 100 г сухого обезжиренного вещества большеберцовой кости золы достоверно больше, чем в контроле (33,7 ± 0,7 г) на 6, 12 и 7% соответственно (табл. 1).

Результаты спектрального анализа и последующей биометрической

обработки цифровых материалов показали, что препарат ровимикс Ну-D₃ усиливает аккумуляцию Са в компактном веществе большеберцовой кости. В сочетании с цитратом кальция препарат ровимикс Ну-D₃ вызывает увеличение концентрации Са в золе большеберцовой кости цыплят-бройлеров 6-й группы на 19,7% (р < 0,01). Достоверное увеличение по отношению к контролю (37,9 ± 1,4%) в 3-й группе (48,2 ± 4,2%) в 14-дневном возрасте составило 27% (табл. 2). Это предсказуемый результат, поскольку добавка гидроксидированной формы витамина D_g стимулирует, во-первых, всасывание кальция в желудочно-кишечном тракте и, во-вторых, способствует включению Са²⁺ в процесс минерализации хрящевой ткани эпифизальной зоны костей.

Цитрат кальция не только обеспечивает прочность большеберцовой кости за счет легкодоступного Са²⁺, входящего в состав хелатного комплекса, но и повышает живую массу птицы за счет усиления пластических процессов в других органах и тканях растущего организма. Так, живая масса в 42-дневном возрасте у цыплят-бройлеров 5-й (2041 ± 97 г) и 6-й группе (2127 ± 50 г) по отношению к контролю (2030 ± 123 г) выше на 1 и 6% соответственно.

В норме отложение кальция в ранний постнатальный период онтогенеза в трубчатых костях происходит с постоянным увеличением его концентрации в компактном веществе.

Т а б л и ц а 1
Концентрация золы в сухом веществе большеберцовых костей цыплят-бройлеров, %

Возраст, дни	Группы					
	1	2	3	4	5	6
7	33,7 ± 0,7	35,9 ± 0,6 *	34,6 ± 1,9	37,7 ± 0,0 ***	36,2 ± 0,7 *	35,4 ± 1,0
14	38,5 ± 0,8	39,3 ± 1,0	38,7 ± 0,5	38,4 ± 0,3	39,4 ± 0,8	39,6 ± 0,4
21	41,0 ± 1,1	41,2 ± 0,9	41,9 ± 0,8	40,2 ± 0,9	42,4 ± 0,5	41,6 ± 0,6
28	41,2 ± 0,6	41,8 ± 0,3	42,8 ± 0,9	42,3 ± 0,5	42,3 ± 0,9	41,2 ± 0,8
42	41,5 ± 0,6	41,7 ± 1,8	41,4 ± 0,8	43,3 ± 0,7	42,4 ± 1,0	41,5 ± 1,2

Примечание. Здесь и далее * р < 0,1; ** р < 0,05; *** р < 0,01; **** р < 0,005.

Таблица 2

Концентрация Са в большеберцовых костях цыплят-бройлеров в 100 г золы, г

Возраст, дни	Группы					
	1	2	3	4	5	6
7	51,3 ± 1,9	50,2 ± 0,9	58,4 ± 3,3	54,4 ± 3,2	51,4 ± 0,5	70,5 ± 0,2 ***
14	37,9 ± 1,4	40,7 ± 6,9	48,2 ± 4,2 *	50,1 ± 5,8	44,6 ± 4,4	41,4 ± 5,5
21	38,6 ± 4,1	38,0 ± 0,6	36,1 ± 2,2	40,1 ± 5,4	36,5 ± 1,1	35,2 ± 1,2
28	40,1 ± 4,2	45,9 ± 4,0	37,5 ± 1,6	40,6 ± 4,2	38,7 ± 1,2	37,9 ± 0,6
42	52,6 ± 3,2	46,7 ± 4,9	48,6 ± 3,5	51,2 ± 4,7	46,3 ± 6,3	45,2 ± 6,2

В первую неделю нашего опыта, например, в контрольной группе, содержание кальция в расчете на 100 г сухого обезжиренного вещества кости увеличивалось с $15,2 \pm 0,8\%$ в суточном возрасте до $17,3 \pm 0,8\%$ в недельном возрасте. К 14-дневному возрасту его количество в костной ткани снизилось до $14,5 \pm 0,1\%$, а затем начиная с 3-й недели ($16,1 \pm 2,4\%$) стало увеличиваться и достигло $21,8 \pm 1,4\%$ в 6-недельном возрасте.

Таким образом, к 14-дневному возрасту цыплят происходило резкое снижение концентрации кальция в костной ткани (см. табл. 2). Вероятно, 7-14-дневный возраст у цыплят является критическим для формирования костной ткани. Процессы роста органической матрицы костей и ее оссификации протекают асинхронно. Но, возможно, в этот период онтогенеза имеет место тканевая конкуренция за кальций и другие минеральные вещества. Не исключено, что в этот период в организм птицы поступает недостаточное количество минеральных веществ, о чем косвенно свидетельствует динамика накопле-

ния кальция в большеберцовой кости цыплят 3~6 групп.

Марганец является микроэлементом со множеством функций [3, 6]. В данном исследовании марганец представляет интерес как элемент, участвующий в процессах синтеза хрящевой ткани, т.е. в процессах костеобразования. С 1-го по 7-й день выявлено увеличение концентрации элемента. Так, у суточных цыплят контрольной группы содержание марганца в золе большеберцовых костей равнялось $1851 \text{ мкг}\%$, у 3-суточных — $1779 \text{ мкг}\%$, у недельных — $2587 \text{ мг}\%$.

По нашим данным, содержание Мп в золе большеберцовой кости уменьшается в процессе роста птицы начиная с 7-го дня жизни цыпленка-бройлера. К 3-4-недельному возрасту содержание марганца в золе костной ткани у цыплят всех групп понизилось в 2 раза и к 42-дневному возрасту достигло минимальной величины — $1200\text{-}1600 \text{ мкг}\%$ (табл. 3). При определении содержания Мп в сухом веществе костной ткани описанная закономерность сохраняется. Оче-

Таблица 3

Концентрация Мп в большеберцовых костях цыплят-бройлеров в 100 г золы, мкг

Возраст, дни	Группы					
	1	2	3	4	5	6
7	2587 ± 280	1935 ± 266	2980 ± 584	2620 ± 0	2736 ± 238	3060 ± 415
14	1407 ± 193	1887 ± 169	1390 ± 58	1565 ± 110	1644 ± 141	1640 ± 178
21	1560 ± 120	1495 ± 105	1740 ± 0	1280 ± 331	1375 ± 46	1436 ± 130
28	1272 ± 132	1647 ± 110 *	1444 ± 67	1372 ± 112	1696 ± 177	1667 ± 87 *
42	1300 ± 123	1340 ± 69	1208 ± 146	1552 ± 180	1268 ± 120	1475 ± 73

видно, что динамика изменений содержания марганца в костной ткани отражает динамику процесса синтеза органической матрицы костей, который протекает со скоростью, отличной от линейной и замедляющейся к 5-6-недельному возрасту птицы.

Выводы

1. Полиэнзиматический препарат натузим, препарат ровимикс Ну-D₃, ци-

трат кальция и цитрат марганца оказали влияние на процесс костеобразования у цыплят-бройлеров кросса «Смена 7». Наиболее целесообразно, как с биологической, так и экономической точек зрения, комплексное применение этих препаратов.

2. Препараты стимулировали минерализацию и достоверно увеличивали отложение Са и Мп костной ткани большеберцовой кости у цыплят в возрасте 7~14 дней.

Библиографический список

1. Азимов Д.С., Рыбина Е.В., Азимов С.Г. Эффективность применения различных соединений марганца в рационах кур-несушек // Эффективне птахівництво та тваринництво, 2004. № 1. С. 23-24.
2. Бауман В.К. Биохимия и физиология витамина Д. Рига: Зинатне, 1989.
3. Георгиевский В.И. Минеральное питание сельскохозяйственной птицы. М.: Колос, 1970.
4. Горнеев А., Головачев Д. Как повысить эффективность производства бройлеров // БИО. Журнал для специалистов животноводческих и птицеводческих хозяйств, 2008. № 4 (91). С. 14-21.
5. Драганов И.Ф., Иванов А.А., Евсеева Н.В. Влияние кормовой добавки Натузим на обмен веществ и продуктивность цыплят-бройлеров // Птица и птицепродукты, 2009. № 5. С. 44-48.
6. Ермаков В.В., Тютиков С.Ф. Геохимическая экология животных. М.: Наука, 2008.
7. Манукян А.В. Марганец в комбикормах для бройлеров // Птицеводство, 2007. № 3. С. 9-10.
8. Мирошниченко И.В., Бойко И.А., Корниенко С.А. Эффективность применения марганца цитрата в комбикормах цыплят-бройлеров // Достижения науки и техники АПК, 2008. № 6. С. 45-47.
9. Фисинин В.И., Егоров И.А., Околелова Т.М., Имангулов Ш.А. Научные основы кормления сельскохозяйственной птицы. Сергиев Посад, 2009.
10. Partridge G. // Feed Tech., 2007. Vol. 11. P. 23-25.

SUMMARY

Mineral metabolism regulators (ferments, vitamin D₃, manganese citrate, calcium citrate) effect on pipe bone - os *tibia* formation, its content of macroelements, has been investigated in cross Smena - 7 broiler chickens. Dynamics of both calcium and manganese content in broilers' shinbone, during postnatal ontogenesis, has been described in the article by its author.

Key words: mineral metabolism, osseous tissue, broiler chicken, vitamin D₃.

Иванов Алексей Алексеевич — д. б. н. (499) 976-39-19.

Эл. почта: aivanov@timacad.ru

Ильяшенко Артур Николаевич — асп. каф. морфологии и физиологии животных РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева.