

# Влияние баланса электролитов в рационе на некоторые показатели минерального обмена у кур-несушек

**Манукян В.А.**, доктор сельскохозяйственных наук, зав. отделом питания птицы

**Байковская Е.Ю.**, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник

**Силаева А.В.**, научный сотрудник

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

**Аннотация:** В опыте на курах кросса СП-789 (30 гол. в группе, 40-50 недель жизни) показано, что снижение кормового баланса электролитов (DEB) до 120 мЭкв/кг за счет исключения из рациона кур-несушек соевых продуктов и использования поваренной соли в качестве единственного источника натрия приводит к ухудшению минерального обмена: содержание золы в высушенной обезжиренной кости снижается на 3,1%, фосфора - на 0,45%. Добавка карбоната калия в количестве 0,13% к рациону без соевых продуктов с целью увеличения DEB до 140 мЭкв/кг способствует небольшому увеличению продуктивности, однако минеральный обмен немного ухудшается: в большеберцовых костях уменьшается количество золы и кальция. Сделан вывод, что для поддержания высокой продуктивности без ущерба для костной ткани кур им необходимо скормливать комбикорма с соевыми продуктами и значениями DEB 140-160 мЭкв/кг.

**Ключевые слова:** куры-несушки, баланс электролитов в комбикормах, поваренная соль, пищевая сода, карбонат калия, соевые продукты, минеральный обмен, баланс электролитов в крови, минерализация большеберцовых костей.

**Введение.** Состояние водно-электролитного обмена оценивают по содержанию в крови натрия, калия, кальция, фосфора, магния, хлора. Ионы этих элементов входят в состав буферных систем крови, способствующих поддержанию постоянства ее активной реакции. Ионы натрия ( $\text{Na}^+$ ), калия ( $\text{K}^+$ ) и хлора ( $\text{Cl}^-$ ) относятся к сильным электролитам, тогда как ионы магния ( $\text{Mg}^{2+}$ ) и кальция ( $\text{Ca}^{2+}$ ), фосфатные анионы ( $\text{HPO}_4^{2-}$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ) оказывают менее выраженное влияние на кислотно-щелочное равновесие крови [1, 2]. При составлении рецептов кормов для сельскохозяйственной птицы учитывают баланс основных электролитов DEB (dietary electrolyte balance) - сумму концентраций катионов натрия и

калия за вычетом концентрации аниона хлора - в мЭкв/кг, который у взрослых кур должен приближаться к 180 мЭкв/кг [3].

Исключительно важная роль калия и натрия в течении электрофизиологических процессов в клетке обусловлена их неравномерным распределением: калий преобладает в клетке, натрий - во внеклеточной среде. На переход калия и натрия через клеточную мембрану регулирующее влияние оказывают ионы кальция. Повышение во внеклеточной среде концентрации ионов кальция снижает впускную способность клеточной мембраны для ионов натрия, а ее уменьшение увеличивает «вход» натрия и «выход» калия. В результате этих процессов осуществляется нормальное

функционирование нервной и мышечной тканей.

**Натрий** в сыворотке крови находится в виде свободных ионов, а в тканях - в виде солей. Натрий участвует в нейтрализации кислот, поддерживает осмотическое давление, тесно связан с обменом воды в организме. Хлорид натрия служит материалом для образования соляной кислоты желудочного сока. Повышение содержания натрия в крови и во внеклеточной жидкости вызывает жажду и усиление выделения антидиуретического гормона, что способствует задержке воды в тканях. При недостатке натрия у кур снижаются яйценоскость и использование питательных веществ, появляется расклев (каннибализм). У растущего молодня-





ка при недостатке натрия задерживается рост, увеличиваются надпочечники. Основным источником натрия в комбикормах является поваренная соль, в которой соотношение натрия к хлору по массе составляет 1:1,5. Для снижения избытка хлора вместе с поваренной солью в качестве источников натрия используют пищевую соду или природный безводный сульфат натрия [1-3].

**Калий** - своеобразный антипод натрия. Он регулирует осмотическое давление внутри клеток всех органов и тканей. С его участием стабилизируется ритм сердца, снижается проницаемость кровеносных сосудов, усиливается снабжение мозга кислородом. Благодаря калию нормализуется энергетический обмен, повышается устойчивость организма к стрессам. Калий является активатором многих ферментов - пируваткиназы, фруктокиназы, фосфофруктокиназы.

Основной признак недостатка калия - потеря тонуса мускулатуры, в том числе и гладкой, при этом развивается атония кишечника, сердечная недостаточность, затруднено дыхание. Дефицит калия в рационах птицы, особенно при использовании соевых продуктов, фиксируется реже, чем избыток. Однако при невозможности достижения оптимального баланса электролитов соли калия часто вводят в рацион дополнительно. Карбонат калия в дозе 1 кг/т корма может использоваться в рационах кур-несушек для предотвращения дисбаланса аминокислот, повышения продуктивности, улучшения конверсии корма и качества скорлупы яиц [4]. Избыток калия тормозит

процессы биохимического синтеза, уменьшает число сердечных сокращений, вызывая так называемое «калиевое торможение». Длительное избыточное потребление калия нарушает воспроизводительную функцию и вызывает нарушение обмена магния, особенно при недостатке натрия, приводит к излишнему выведению воды из организма, снижению скорости обмена веществ.

**Хлор** (Cl<sup>-</sup>) - основной анион внеклеточной жидкости, играет важную роль в поддержании кислотно-основного баланса, осмотического равновесия плазмы крови, лимфы, спинномозговой жидкости и некоторых тканей, баланса воды в организме, является компонентом желудочного сока. Ионы хлора формируют мембранный потенциал клеток, активизируют ряд ферментов. При потере хлоридов развивается алкалоз, при избыточном потреблении - ацидоз. Потребность животных в хлоре невысокая - ниже, чем потребность в натрии. Поэтому у животных чаще наблюдается не недостаток, а избыток хлора. В организме основная часть хлора содержится во внеклеточных жидкостях, и более насыщены им почки, легкие, селезенка, кожа, кровь, меньше его в мышцах, костях и печени. Ионизированный хлор - основной источник образования соляной кислоты [5].

**Кальций** в организме животных содержится, в основном, в костной ткани (97-99%), в составе сложных фосфатов и карбонатов. Богаты кальцием нервные клетки мозга и желез. Кальциевые соли обеспечивают нормальную работу сердца и других органов. Каль-

ций активизирует ферменты протромбокиназу, липазу поджелудочной железы, фосфатазу слюны, энтерокиназу, лецитиназу, актомиозинаденозинтрифосфатазу, стабилизирует трипсин. Ионы кальция обеспечивают синтез молочной кислоты. В крови кальций циркулирует в трех формах: 45-50% находится в ионизированном состоянии, 40-45% его связано с белками, остальное количество образует комплексы с различными моно- и бивалентными низкомолекулярными анионами. Физиологически активен ионизированный кальций. В процессах обмена кальций взаимосвязан со многими другими минеральными элементами: фосфором, магнием, цинком, железом и калием. Избыток кальция в рационе снижает всасывание в кишечнике цинка и йода, а недостаток ухудшает всасывание железа.

Трудно найти другой организм, где напряженность кальциевого обмена была бы так ярко выражена, как у сельскохозяйственной птицы. В первые 10 недель постэмбрионального развития молодняк птицы увеличивает свой вес в 18-20 раз (бройлеры - в 30-40 раз), показывая такую энергию роста, какой нет у самых скороспелых сельскохозяйственных животных. Особенно интенсивно птица расходует кальций в период яйцекладки. При продуктивности несушки 315 яиц в год она выделяет с яйцом порядка 700 г кальция, что в десятки раз больше, чем одновременно содержится в ее организме.

В минеральном обмене кур-несушек исключительную роль выполняет скелет. Он осуществляет не только функцию гомеостаза,



но и непосредственно участвует в формировании скорлупы яйца, иногда в ущерб себе. На формирование скорлупы одного яйца необходимо до 2,2-2,4 г кальция. Это количество кальция скорлуповая железа извлекает из кровотока; при этом количество кальция, поступающего из корма, обычно составляет около 60-75%, а остальное мобилизуется из костей. Чтобы несушка умеренно расходовала скелетный кальций, необходимо включать в ее рацион высококачественные известняки крупной фракции в сочетании с мелкой, с низким содержанием песка и магнезия [6,7].

**Фосфор** содержится во всех тканях животного организма и является неизменным компонентом его внутренней среды. Все виды обмена в организме неразрывно связаны с превращением фосфорной кислоты. Фосфор входит в структуру нуклеиновых кислот, благодаря фосфорилированию осуществляется кишечная адсорбция, гликолиз, прямое окисление углеводов, транспорт липидов, обмен аминокислот и т.д. Макроэргические фосфорные соединения, среди которых центральное место занимает АТФ - универсальные доноры и аккумуляторы энергии. До 80-85% фосфора организма содержится в скелете. В крови он присутствует в неорганической и органической формах. Органический фосфор связан с белками и липидами. В клинической практике диагностическое значение имеет неорганический фосфор. Снижение уровня фосфора в крови отмечается при длительном недостатке его в рационе, плохом усвоении, при расстройствах желудочно-

кишечного тракта, гиперфункции паращитовидных желез и гипофункции щитовидной железы, когда увеличивается секреция паратгормона и уменьшается выработка кальцитонина. Гиперфосфатемия встречается при сердечной недостаточности, нефрите, нефрозе, мышечном перенапряжении, снижении секреции паратгормона [5].

**Магний** находится в непосредственной связи с кальцием и фосфором. Он активизирует все известные ферменты, переносящие фосфатные группы в обменных реакциях, и основные ферменты, катализирующие реакции синтеза, связанные с распадом аденозинтрифосфата и гуанозинтрифосфата. Магний усиливает действие трипсина поджелудочной железы, участвует в синтезе белков и во многих других биохимических процессах в организме. Нарушение обмена магния отрицательно сказывается на физиологической активности кальция, его дефицит в рационе вызывает гиперкальцемию, приводит к увеличению экскреции кальция с мочой. Одновременно с этим происходит истощение запасов кальция в органах и тканях.

Для контроля минерального обмена в организме взрослых кур наиболее информативен биохимический анализ крови и большеберцовых костей (ББК). Целью наших исследований было изучение влияния кормового баланса электролитов на некоторые показатели минерального обмена у кур-несушек.

**Материал и методика исследований.** Опыт был проведен на курах-несушках кросса «СП 789» в возрасте 40-50 недель

жизни в условиях птичника №14 СГЦ «Загорское ЭПХ». Содержание кур - клеточное, по 30 голов в группе, при одинаковых технологических параметрах. Кормление птицы - сухими рассыпными комбикормами с питательностью согласно руководству 2019 г. [8], за исключением норм натрия и хлора.

1-я (контрольная) группа получала комбикорма с поваренной солью в качестве источника натрия и хлора. Уровень натрия в комбикорме составлял 0,16%, калия - 0,60%, хлора - 0,31%, баланс электролитов (DEB = Na + K - Cl) - 140 мЭкв/кг. В комбикормах 2-й опытной группы с целью увеличения DEB использовали 2 источника натрия - поваренную соль и пищевую соду в равных соотношениях (содержание натрия в комбикорме - 0,16% калия - 0,60%, хлора - 0,23%, DEB - 160 мЭкв/кг). Из комбикормов кур 3-й опытной группы соевые продукты (полуобезжиренную сою) исключали, поэтому уровень калия снизился до 0,54%, при содержании натрия и хлора 0,16 и 0,32% соответственно. Поскольку источником натрия в этой группе была только поваренная соль, DEB снижался до 120 мЭкв/кг. Рацион кур 4-й опытной группы был аналогичен рациону 3-й группы, кроме уровня калия, который составил 0,60% за счет добавки 0,13% карбоната калия; поэтому DEB в этой группе увеличился до 140 мЭкв/кг, т.е. до уровня контрольной группы.

В 50-недельном возрасте у 5 голов из каждой группы утром натошак после снесения яйца брали кровь с целью определения концентраций электролитов и



мочевой кислоты в плазме крови. Затем этих кур забивали с целью определения содержания золы, кальция и фосфора в сухих обезжиренных ББК. Определение данных показателей минерального обмена проводили по стандартным методикам [10].

**Результаты исследований и их обсуждение.** За период опыта продуктивность кур 2-й и 4-й групп была незначительно лучше, чем в контроле, а в 3-й группе, содержащейся на рационе с низким DEB, показатели продуктивности снижались относительно контроля [9].

Результаты биохимических анализов плазмы крови и ББК кур представлены в табл. 1. Уровень мочевой кислоты в крови кур всех групп не выходил за границы физиологической нормы, при этом данный показатель был минимальным в контрольной группе и максимальным - у кур 2-й группы.

Содержание общего кальция, фосфора и хлора в плазме крови всех групп соответствовало физиологической норме. У кур 4-й группы содержание натрия в крови было незначительно ниже нормы, а соотношение Na/K снизилось по сравнению с другими группами. Поскольку в нашем опыте добавка карбоната калия в рацион этой группы составляла 1,3 кг/т, т.е. была немного выше оптимальной нормы его ввода в комбикорма (1 кг/т), очевидно, имело место незначительное нарушение баланса между калием и натрием.

Концентрация общего кальция в крови кур 2-й и 4-й групп составляла 7,41 и 7,26 ммоль/л, что было выше показателя контроля на 18,5 и 16,2% соответственно; при этом концентрация физиоло-

**Таблица 1. Некоторые показатели минерального обмена яичных кур, получавших комбикорма с разными уровнями DEB**

Показатель	Группа (DEB)				Норматив
	1к (140)	2 (160)	3 (120)	4 (140)	
Содержание в сыворотке крови, ммоль/л:					
калия	4,6	4,9	4,6	5,1	<b>4,9-6,4</b>
натрия	151	152	153	147	<b>152-174</b>
фосфора	1,39	2,17	1,68	2,20	<b>1,2-3,2</b>
общ. кальция	6,25	7,41	6,61	7,26	<b>2,5-8,0</b>
ион. кальция	1,36	1,15	1,26	1,18	-
магния	1,24	1,45	1,35	1,61	-
хлора	118	113	116	111	<b>97-138</b>
мочевой кислоты, мкмоль/л	208	435	369	355	<b>119-892</b>
Соотношение Ca/P	4,50	3,41	3,93	3,30	<b>3,0-3,8:1</b>
Соотношение Na/K	32,9	31,2	33,4	29,0	-
Содержание в ББК, %:					
золы	56,80	56,57	53,70	55,67	-
кальция	20,12	20,04	20,26	19,67	<b>20-25</b>
фосфора	9,33	9,48	8,61	9,03	<b>8-12</b>

гически активного ионизированного кальция в контрольной группе была максимальной.

Содержание кальция и фосфора в ББК кур контрольной и 2-й опытной группы соответствовало нормативным показателям, тогда как у птицы 3-й группы, которую содержали на рационах без соевых продуктов, наблюдали снижение содержания золы на 3,1%, фосфора - на 0,72%. У кур 4-й опытной группы, в комбикормах которой также не было соевых продуктов, количество золы и кальция в ББК понизилось по сравнению с контролем на 1,13 и 0,45% соответственно.

**Выводы.** На основании полученных данных можно заключить нижеследующее.

Снижение баланса электролитов до 120 мЭкв/кг за счет исключения из рациона кур соевых продуктов и использования поваренной соли в качестве единственного источника натрия приводит к ухудшению минерального обмена у яичных кур 40-50-недельного возраста: содержание золы в ББК снижается на 3,1%, фосфора - на 0,45%.

Добавка карбоната калия в

количестве 0,13% к рациону без соевых продуктов с целью увеличения баланса электролитов до 140 мЭкв/кг способствует небольшому увеличению продуктивности, однако минеральный обмен немного ухудшается: в ББК уменьшается содержание золы и кальция.

Для поддержания высокой продуктивности кур без ущерба для состояния их костной ткани им необходимо скармливать комбикорма с соевыми продуктами и балансом электролитов в диапазоне 140-160 мЭкв/кг.

#### Литература

1. Кондрахин И.П. Методы ветеринарной клинической лабораторной диагностики: справочник. - М.: Колос, 2004. - 520 с.
2. Подобед Л.И. Давайте разберемся с балансом электролитов (DEB) у птицы [Электронный ресурс]. [http://podobed.org/davayte\\_razberyo\\_mnya\\_s\\_balansom\\_elektrolitov\\_deb\\_u\\_ptitsy.html](http://podobed.org/davayte_razberyo_mnya_s_balansom_elektrolitov_deb_u_ptitsy.html)
3. Cation anion balance in avian diet: A review / Abbas A., Khan M., Naeem M. et al // Agric. Sci. Res. J. - 2012. - V. 2. - P. 302-307.
4. Использование гранулированного калия карбоната в кормлении

сельскохозяйственных животных и птицы / под общ. ред. д-ра биол. наук И.А. Егорова. - Тамбов, 2019. - 78 с.

5. Общие и специальные методы исследования крови птиц промышленных кроссов. - Екатеринбург - Санкт-Петербург: Уральская ГСХА, НПП «АВИВАК», 2009. - 85 с.

6. Подобед Л.И. Руководство по кальций-фосфорному питанию сельскохозяйственной животных и птицы. - Одесса, 2005. - 410 с.

7. Причины и профилактика клеточ-

ной усталости кур-несушек / С. Енгалеев, А. Пашкин, Т. Околелова, С. Салгереев // Комбикорма. - 2017. - №7-8. - С. 71-74.

8. Руководство по кормлению сельскохозяйственной птицы / И.А. Егоров, В.А. Манукян, Т.М. Околелова, Т.Н. Ленкова, Е.Н. Андрианова [и др.]. - Сергиев Посад: ВНИТИП, 2019. - 226 с.

9. Влияние баланса электролитов на продуктивность и морфологические показатели яиц кур / Манукян В.А., Байковская Е.Ю., Мелехина Т.А., Сила-

ева А.В. // Птицеводство. - 2020. - №7-8. - С. 18-21.

10. Оценка качества кормов, органов, тканей, яиц и мяса птицы: метод. рук. / В.И. Фисинин, А.Н. Тищенко, И.А. Егоров [и др.]. - Сергиев Посад: ВНИТИП, 2010. - 120 с.

**Для контакта с авторами:**

**Манукян Вардгес Агавардович**

**E-mail: vard13@yandex.ru**

**Байковская Елена Юрьевна**

**Силаева Александра Викторовна**

**Тел.: 8(916)723-30-09,**

## The Effects of Dietary Electrolyte Balance on Certain Indices of the Metabolism of Minerals in Laying Hens

Manukyan V.A., Baykovskaya E.Yu., Silaeva A.V.

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

**Summary:** The effects of dietary electrolyte balance (DEB) on certain indices of the metabolism of minerals in chicken were studied on four treatments of cage-housed laying hens (cross SP-789, 30 birds per treatment, 40-50 weeks of age). The decrease in DEB to 120 mEq/kg due to the exclusion of semi-defatted soybean (SDSB) and supplementation with single sodium source (NaCl) resulted in the deterioration of the metabolism of minerals: ash content in dried defatted tibia (DDT) was lower by 3.1%, total phosphorus content by 0.45% in compare to control (NaCl, SDSB, DEB 140 mEq/kg.). SDSB-free diet supplemented with 0.13% of potassium carbonate to increase DEB back to 140 mEq/kg resulted in slightly better productive performance though slightly worse mineral metabolism (lower concentrations of ash and total calcium in DDT). The conclusion was made that levels of DEB 140-160 mEq/kg and inclusion of soybean products into the diets are optimal for high egg productivity in layers without the deterioration of bone mineralization.

**Key words:** laying hens, dietary electrolyte balance (DEB), sodium chloride, sodium bicarbonate, potassium carbonate, soybean products, metabolism of minerals, electrolyte balance in blood serum, mineralization of tibia.

## ОТРАСЛЕВЫЕ НОВОСТИ

### Производство комбикормов в России в 2020 году составит 31-32 млн тонн Союз комбикормщиков

В 2020 году производство комбикормов в России достигнет 31-32 млн тонн. Такой прогноз озвучил президент Союза комбикормщиков Валерий Афанасьев в ходе прошедшей в Международной промышленной академии конференции «Комбикорма-2020».

По данным союза, за последние 5-7 лет ежегодный прирост объемов производства комбикормов в нашей стране составлял порядка 4-5% или 1,5 млн тонн. При этом отмечается значительное замедление темпов производства комбикормов для птицы (прирост 1,3 - 1,4% в год), в то время как рост в секторе свиноводства достигает 7%, в секторе КРС 4%.

Источник: Soyaneews.info