

УДК 636.52/.58.085.12

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИЛЕАЛЬНОГО МЕТОДА В ОЦЕНКЕ БАЛАНСА КАЛЬЦИЯ В ОРГАНИЗМЕ КУР-НЕСУШЕК

В.Г. Вертипрахов, главный научный сотрудник – д.б.н., зав. отделом физиологии и биохимии, А.А. Грозина-к.б.н., вед. науч. сотрудник отдела физиологии и биохимии, И.В. Кислова-мл. научный сотрудник отдела физиологии и биохимии ФНЦ «Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства» РАН, Т.М. Ребракова-ст. науч. сотрудник отдела физиологии и биохимии «Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства» Российской академии наук

Ключевые слова: куры, баланс кальция, илеальная фист ула, биохимические показатели крови. **Key words:** laying hens, calcium balance, ileal fistula, biochemical blood indices.



РЕФЕРАТ

В организме сельскохозяйственной птицы кальциевый метаболизм происходит наиболее интенсивно по сравнению с млекопитающими животными. Высокопродуктивные куры-несушки за цикл яйцекладки выделяют с яйцами такое количество кальция, которое в 20–30 раз превышает общие запасы этого элемента в теле курицы. Поскольку минеральный обмен изучается в балансовых опытах, то у кур возникают трудности в определении выделенного кальция неусвоенного в пищеварительном канале и образующегося в выделительной системе и выводимого с мочой. Поэтому целью настоящей работы является использование метода илеальной доступности кальция в организме кур-несушек для изучения баланса минеральных веществ.

Опыты проводились на шести курах-несушках кросса Хайсекс белый 20-28-недельного возраста с илеальной фистулой. Установлено, что при использовании илеального метода показатель усвоения кальция организмом выше на 14,2% по сравнению с контрольной группой. При уменьшении содержания кальция в рационе несушек до 3,0% процент использования кальция организмом снижается на 31,7% по сравнению с контрольным периодом. Увеличение количества кальция в рационе до 4,6% увеличивает баланс кальция и усвоение его организмом до 29,0%, что оказывается ниже оптимального уровня. В этом случае относительный низкий показатель связан с высоким выделением кальция с калом. Биохимические исследования крови кур показывают, что содержание кальция в крови возрастает на 55,0% при увеличении кальция в корме. При уменьшении кальция в рационе до 3,0% у кур увеличивается количество общего белка на 18,7%, глюкозы – на 28,6%, снижается количество фосфора в крови более, чем в 2 раза, что указывает на усиление обмена веществ в организме в целом.

ВВЕДЕНИЕ

В организме сельскохозяйственной птицы кальциевый метаболизм происходит наиболее интенсивно по сравнению с млекопитающими животными. Высокопродуктивные куры-несушки за цикл яйцекладки выделяют с яйцами такое количество кальция, которое в 20–

30 раз превышает общие запасы этого элемента в теле курицы. Суточная потребность несушки только на образование скорлупы примерно в 8 – 10 раз выше (в расчете на 1 кг живого веса), чем суточная потребность высокопродуктивной коровы. Потребность животных в кальции не обеспечивается за счет золь-

Таблица 1

Схема опыта

Группы	Периоды	Кол-во голов	Особенности кормления
Контрольная (Интактные куры)	контрольный	3	Основной рацион комбикорм соответствует требованиям ВНИТИП (2018), уровень кальция 3,6% (ОР)
	опытный 1		ОР, в котором уровень кальция составляет 3,0%
	опытный 2		ОР, в котором уровень кальция составляет 4,6%
Опытная (илеальная фистула)	контрольный	3	Основной рацион комбикорм соответствует требованиям ВНИТИП (2018), уровень кальция 3,6% (ОР)
Опытная (илеальная фистула)	опытный 1	3	ОР, в котором уровень кальция составляет 3,0%
Опытная (илеальная фистула)	опытный 2	3	ОР, в котором уровень кальция составляет 4,6%

Балансовые опыты по определению переваримости питательных и минеральных веществ выполняли общепринятыми методами [6].

ных элементов, содержащихся в кормах. Поэтому в практических условиях дефицит кальция в основных рационах компенсируют включением добавок (ракушки, известняка, мела и др.) с высоким содержанием хорошо усвояемого кальция [1].

Поскольку минеральный обмен изучается в балансовых опытах, то у кур возникают трудности в определении выделенного кальция неусвоенного в пищеварительном канале и образующегося в выделительной системе и выводимого с мочой. Поэтому целью настоящей работы является использование метода илеальной доступности кальция в организме кур-несушек для изучения баланса минеральных веществ.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Опыты выполняли на 6 курах кросса Хайсекс белый 20-28-недельного возраста в соответствии с требованиями Европейской конвенции о защите позвоноч-

ных животных, используемых для экспериментов или в иных научных целях (ETS №123, Страсбург, 1986) [2]. В экспериментах использованы куры с илеальной фистулой (3 гол.), интактные куры (3 гол.). Птицы находились в виварии ФНЦ «ВНИТИП» РАН при условии кормления (таблица 2) и содержания в соответствии с требованиями для определенной возрастной группы и кросса птицы [3].

Хирургические операции на птице. Фистула подвздошной кишки кур. За 12-18 часов до операции птиц лишаем корма. Обезболивание птицы выполняем с использованием анальгина и димедрола, обездвиживание ксилазалом (0,4 мл). Птицу фиксируем в левом боковом положении на специальном операционном столике, выполняем обработку операционного поля, накладываем салфетку и производим проводниковую анестезию 0,5% раствором новокаина. Инфильтра-

Таблица 2
Структура рецепта и показатели качества комбикормов, %

Показатели	Содержание, %
Пшеница	49,50
ячмень	15,00
Жмых подсолнечный	18,95
Мука мясокостная	4,00
Известняк 36%	7,89
Масло подсолнечное	2,64
Монокальций фосфат	0,23
Соль поваренная	0,13
Лизин 98	0,54
Метионин кормовой 98	0,14
Премикс витаминно-минеральный	1,00
Питательность в 100 г корма: ОЭ птицы, ккал	265,00
Жир сырой	6,00
Клетчатка сырая	5,06
Протеин сырой	16,50
кальций	3,60
фосфор	0,67

ционная анестезия по линии разреза и в брюшную полость. Разрез выполняем послойно с правой стороны за последним ребром в каудальном направлении на расстоянии 4-5 см несколько выше края бокового отростка грудной кости. Извлекаем каудальную часть подвздошной кишки и, отступя краниально от места впадения слепых отростков 1-2 см разрезаем кишку. На каудальную часть её

накладываем серозно-слизистый кисетный шов, а затем, наложив сверху серозный шов, погружаем предыдущий шов вовнутрь. Делаем небольшое отверстие в брюшной стенке, отступив на 4-5 см ниже и правее от клоаки. Краниальный отрезок подвздошной кишки подшиваем узловыми швами к вновь образованному отверстию, формируя таким образом искусственное анальное отверстие. После

Таблица 3

Результаты балансовых опытов на интактных и оперированных курах-несушках

Показатель	Группы			
	Контрольная (интактные куры)		Опытная (илеальная фистула)	
	кальций	фосфор	кальций	фосфор
Потреблено кальция с кормом, г	3,34	0,6	2,8	0,46
Выделено с пометом (калом), г	1,93	0,45	1,2	0,22
Экстрагировано с мочой, г	-	-	0,02	0,01
Использовано организмом, г	1,41	0,15	1,58	0,24
Выделено с яйцом, г	0,9	-	0,9	-
Баланс	+0,51	0,15	+0,68	0,23
% использования	42,2	25	56,4	51,1

закрытия раны узловатыми швами в отверстие подшиваем хлорвиниловую трубку длиной 1,5-2,0 см. В течение 3-5 дней рана заживает, и подопытные птицы могут быть использованы в физиологических опытах.

Кровь брали из подкрыльцовой вены, в количестве 2-3 мл. В качестве антикоагулянта использовали 3,8% раствор цитрата натрия в объемном соотношении с пробой крови 1:10. Пробу центрифугировали при 5000 об/мин в течение 3 минут для отделения плазмы от форменных элементов.

Биохимические исследования выполняли в отделе физиологии и биохимии ФНЦ «ВНИТИП» РАН с использованием современных методов и оборудования [4,5].

Физиологические методы. Схема опыта представлена в таблице 1.

Статистические методы. Для статистической обработки результатов ис-

пользовали программное обеспечение JMP Trial 14.1.0, с помощью которого выполняли расчет среднего значения (М) и стандартные ошибки среднего ($\pm$ SEM), коэффициент корреляции. Достоверность различий устанавливали по t-критерию Стьюдента, различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Изучение баланса минеральных веществ в организме кур-несушек мы выполняли двумя методами: классическим (в помете) и илеальным, разделив хирургическим путем выделение у кур кала и мочи. Результаты исследования представлены в таблице 3.

Результаты исследования показывают, что каждый из методов определения баланса кальция и фосфора в организме кур-несушек имеет свои особенности, поэтому данные отличаются. Учитывая то, что куры-несушки были подобраны по прин-

Таблица 4

Баланс кальция и фосфора в организме кур-несушек 20-28-недельного возраста, имеющих илеальную фистулу (опытная группа)

Показатель	ОР содержание кальция 3,6% (контрольный период)		ОР содержание кальция 3,0% (опытный период 1)		ОР содержание кальция 4,6% (опытный период 2)	
	Кальций	фосфор	кальций	фосфор	кальций	фосфор
Потреблено, г	2,8	0,46	2,18	0,37	3,1	0,43
Выделено с калом, г	1,2	0,22	1,64	0,22	2,17	0,24
Абсорбировано, г	1,6	0,24	0,54	0,15	0,93	0,19
Экстрагировано с мочой, г	0,02	0,005	0,02	0,02	0,03	0,005
Использовано организмом, г	1,58	0,235	0,538	0,148	0,9	0,185
Выделено с яйцом, г	0,9	-	0,9	-	0,9	-
Баланс	+0,68	+0,23	-0,36	+0,15	0	+0,18
% использования	56,4	51,1	24,7	40,0	29,0	43,0

ципу аналогов, в период эксперимента находились в одинаковых условиях содержания, кормления, у кур-несушек с фистулой подвздошной кишки показатели усвоения кальция оказались выше, чем в контрольной группе на 14,2% по использованию кальция в организме птицы. Следовательно, метод илеальной доступности минеральных веществ является наиболее объективным, но требует дальнейших исследований для совершенствования хирургической методики введения подвздошной кишки на кожу у

кур и проведения более широкого эксперимента на высокопродуктивной птице.

У кур за последнее десятилетие прослеживается тенденция к постепенному увеличению уровня кальция в комбикормах для несушек [7]. Сообщения ряда авторов о положительном влиянии на качество скорлупы очень высоких доз кальция (до 4-5% и более) привели к некоторому увлечению повышенными дозами, однако в целом рекомендуемые нормативы сохранились на уровне 3,6-3,8% в комбикорме естественной влаж-

Таблица 5

Биохимические показатели крови кур-несушек кросса Хайсекс белый разного возраста и содержащихся на кормах с разным количеством кальция

Показатель	ОР, содержание кальция 3,6%	ОР, содержание кальция 3,0%	ОР, содержание кальция 4,6%
Трипсин, ед/л	165±16,4	150±34	250±53
Щелочная фосфатаза, ед/л	1816±279	2343±348	2364±683
Общий белок, г/л	32±1,8	38±1,4*	36±1,9
Глюкоза, ммоль/л	7±0,2	9±0,7*	8±0,5
Кальций, ммоль/л	2,0±0,10	1,9±0,30	3,1±0,20*
Фосфор, ммоль/л	0,7±0,05	0,3±0,04*	0,6±0,07

*Примечание - * разница с контролем достоверна, $p < 0,05$*

ности [3]. Поэтому одной из задач нашего исследования является изучение баланса кальция при разных дозах кальция в кормах кур-несушек (табл.4).

Результаты исследования показывают, что баланс кальция в организме кур-несушек зависит от уровня кальция в рационе. Так, при содержании кальция в корме 3,6% отмечается положительный баланс кальция и фосфора. При этом использование кальция в организме кур составляет 56,4%, но при более высокой яйценоскости (более 50%) уровень кальция в организме птицы за счет выделения с яйцом будет значительно снижаться и возникнет риск расходования собственных запасов кальция, находящихся преимущественно в костной ткани. При снижении кальция в рационе до 3,0% наблюдается отрицательный баланс кальция (-0,36) и снижение использования кальция до 24,7%, что может привести к нарушению минерального обмена в организме кур. Увеличение кальция в рационе до 4,6% вызывает повышенное потребление кальция курами. Наряду с этим увеличивается выделение кальция с калом по сравнению с контролем на 81,8%. Повышается процент использования

кальция организмом по сравнению с предыдущим периодом до 29,0%. Таким образом, оптимальным уровнем кальция в рационе кур-несушек следует считать 3,6%.

Метаболизм кальция и фосфора в организме невозможно представить без показателей крови, которая выполняет транспортную функцию и переносит макроэлементы от пищеварительной системы к органам и тканям.

Данные по биохимическим показателям крови кур-несушек представлены в таблице 5.

Результаты исследований показывают, что содержание кальция в крови возрастает на 55,0% при увеличении кальция в корме. Что касается других биохимических показателей крови, то в наших опытах наблюдается усиление метаболизма при уменьшении в корме кальция до 3,0%. В этом случае у кур увеличивается количество общего белка на 18,7%, глюкозы – на 28,6%, снижается количество фосфора в крови более, чем в 2 раза.

Результатом выполненных исследований является то, что впервые в сравнительном аспекте изучены методы определения содержания кальция классическим и методом илеальной доступности у кур-несушек с хронической фистулой на фоне различных доз

кальция в рационе. Наши экспериментальные данные согласуются с физиологическими опытами, проведенными на курах-несушках [8,9], которые показывают, что хирургические операции на птицы совершенно не влияют на усвоение кальция и фосфора, их экскрецию с мочой и яйцекладку.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты исследований позволяют сделать следующие выводы:

1. Наиболее перспективным методом оценки кальциевой доступности является илеальный, на предварительно прооперированной птице с разделенными потоками кала и мочи.

2. Степень использования кальция организмом кур-несушек зависит от его содержания в рационе, уровня яйцекладки.

3. При увеличении кальция в рационе кур 20-28-недельного возраста до 4,6% содержание кальция в крови возрастает на 55,0%.

The calcium balance in laying hens evaluated by ileal method. V.G. Vertiprakhov, A.A. Grozina, I.V. Kislova, T.M. Rebrakova Federal Scientific Center "All-Russian Research and technological Poultry Institute" of Russian Academy of Sciences

ABSTRACT

The metabolism of calcium (Ca) in poultry is more intense than in mammals. Highly productive laying hens excrete with eggs during the productive cycle the amounts of Ca 20-30-fold higher than its total pool within the body. Since the evaluation of mineral exchange requires balance trials there are certain difficulties in the determination of the amounts of Ca in feces which was not absorbed in the digestive tract and which entered the feces from the water-excretory system. The aim of the study presented was the determination of Ca balance in laying hens using the method of ileal availability.

The experiment was performed on six Hisex White hens (20-28 weeks of age) with ileal fistulae. The assimilation of Ca assessed using the ileal method was higher by 14.2% in compare to control treatment. At lower dietary Ca level (3.0%) the assimilation rate was lower by 31.7% in compare to the control period while increased dietary Ca level (4.6%) enhances Ca balance and improves its assimilation to 29.0%, below the optimal assimilation level. This low Ca availability in the digestive tract resulted in its higher excretion with feces. Concentration of Ca in blood serum

grew by 55.0% with the increase in dietary Ca level. The decrease in the latter to 3.0% increased concentration of total protein in blood by 18.7%, glucose by 28.6% while concentration of phosphorus decreased more than 2-fold evidencing the general enhancement of mineral metabolism.

ЛИТЕРАТУРА

1. Медведский В.А., Базылев М.В., Большакова Л.П., Мунаяр Х.Ф. Биологические основы минерального питания сельскохозяйственной птицы // Научное обозрение. Биологические науки, №2. - С.93-108.
2. Электронный ресурс: msu.ru/bioetika/doc/konv.doc
3. Фисинин В.И., Егоров И.А., Ленкова Т.Н. и др. Руководство по оптимизации рецептов комбикормов для сельскохозяйственной птицы. Сергиев Посад, 2014- 155 с.
4. Вертипрахов В.Г., Грозина А.А. Оценка состояния поджелудочной железы методом определения активности трипсина в крови птицы. Ветеринария, 2018, 12. - С. 51-54 (doi: 10.30896/0042-4846.2018.21.12.51-54).
5. Фисинин В.И., Егоров И.А., Вертипрахов В.Г., Грозина А.А., Ленкова Т.Н., Манукян В.А., Егорова Т.А. Активность пищеварительных ферментов в дуоденальном химусе и плазме крови у исходных линий и гибридов мясных кур при использовании биологически активных добавок в рационе // Сельскохозяйственная биология. 52 (6). - С. 1226-1333. 2017.doi: 10.15389/agrobiology.2017.6.1226rus
6. Методика проведения научных и производственных исследований по кормлению сельскохозяйственной птицы. Под общей редакцией В.И. Фисинина. Сергиев Посад, 2013. - 51 с.
7. Электронный ресурс: [agro-archive.ru /603-obosnovanie-norm-kalciya-v-pitanii-ptic.html](http://agro-archive.ru/603-obosnovanie-norm-kalciya-v-pitanii-ptic.html)
8. Cufadar Y., Olgun O., Yildiz A.Ö. The effect of dietary calcium concentration and particle size on performance, eggshell quality, bone mechanical properties and tibia mineral contents in moulted laying hens// Br Poult Sci. - 2011 Dec;52(6).- P.761-8. doi: 10.1080/00071668.2011.641502.
9. Manangi M.K., Maharjan P., Coon C.N. (2018) Calcium particle size effects on plasma, excreta, and urinary Ca and P changes in broiler breeder hens. // Poult Sci.- 2018 Aug 1;97(8).- P. 2798-2806. doi: 10.3382/ps/pey043