Связь между секреторной функцией поджелудочной железы кур и переваримостью корма

The relationships between pancreatic exocrine secretion and feed digestibility in chicken

Фисинин В.И.
Московская обл.

DOI CrossRef: 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2018-5-1
УДК636:612.3:636.52/.58

Работа выполняется при финансовой поддержке подпрограммы "Изучение механизмов адаптации системы пищеварения млекопитающих животных и птицы к рационам с различным ингредиентным составом кормов" (Постановление Президиума РАН №132 от 05.07.2017).

Ключевые слова: секреторная функция поджелудочной железы кур, активность протеаз, липаза, амилаза, переваримость корма.

Key words: exocrine pancreatic secretion in chicken, activity of proteases, lipase, amylase, feed digestibility.

Резюме. Изучение вопросов взаимодействия секреторной функции пищеварительных желез и переваримости корма позволит понять механизм оптимизации питания птицы для получения более высокой конверсии корма в продукцию и прогнозировать усвоение питательных веществ при замене одного ингредиента в рационе на другой (более трудногидролизуемый, но более дешевый). Исследования в этом направлении малочисленны (Батоев Ц.Ж., 2001; Шпилева Г.С., 2002; Вертипрахов В.Г., 2017, 2018) из-за методической трудности получения панкреатического сока у кур в хроническом опыте. В данной работе приводятся результаты исследований на курах Хайсекс Белый с хронической фистулой панкреатического протока по Батоеву Ц.Ж., Батоевой С.Ц. (1970). Экспериментальные данные указывают на взаимосвязь в работе поджелудочной железы с переваримостью питательных веществ рациона. При увеличении количества сырого жира в рационе на 20,8% активности липазы панкреатического сока возрастает на 22,1%, в этом случае переваримость жира увеличивается на 3,5% по сравнению с фоновым периодом ($p \leq 0,05$). При постоянном уровне сырого протеина активность протеиназ панкреатического сока существенно не изменяется,

что отражается на переваримости белка и усвоении азота организмом птицы.

Summary. The investigation of the relationships between the secretive functions of the digestive glands and feed digestibility in poultry will help in the optimization of poultry nutrition for better feed conversion and in the prediction of dietary nutrient digestibility after substitutions of certain cheap but poorly hydrolyzable feed ingredients for the expensive traditional ones. However, there is still a lack of knowledge in these matters (Batoev T.Z., 2001; Shpileva G.S., 2002; Vertiprakhov V.G., 2017, 2018) related to the technical difficulties of sampling of pancreatic juice in chronic experiments. The study presented was performed on Hisex White chicken with chronic fistulae of main pancreatic duct according to the method developed by Batoev T.Z. and Batoeva S.T. (1970). The data of our experiment evidenced a relationship between the enzyme-secreting activity of the pancreas and digestibility of dietary nutrients. The activity of lipase in the pancreatic juice of chicken fed diets with higher (by 20.8%) fat content increased by 22.1%; digestibility of crude fat in this case was significantly higher by 3.5% in compare to the background period ($P < 0.05$). There were no significant changes in proteinase activity in the pancreatic juice at the constant level of dietary crude protein; this consistency was reflected in the digestibility of dietary crude protein and nitrogen retention.

При исследовании пищеварения у животных и сельскохозяйственной птицы повышение секреторной функции желез и ферментативной активности секретов пищеварительных желез физиологи обычно связывают с улучшением переваримости кормов. С другой стороны, авторы, изучая переваримость питательных веществ рациона птицы считают, что это происходит за счет более эффективной работы главных пищеварительных желез. Причем, в большинстве случаев исследования выполняются *in vitro*, в лабораторных условиях в пробирке. По мнению Шпилевой Г.С. (2002), с такими взглядами можно согласиться лишь частично (1). В пробирке конкретные ферменты действуют на конкретные питательные вещества без посторонних влияний, т.е. в чистом виде. В целостном же организме в биохимических процессах гидролиза питательных веществ участвуют множество разнонаправленных факторов, в том числе микробиота пищеварительного тракта, ингибиторы, антипитательные вещества корма, что и определяет уровень конверсии корма в продукцию. Важно понимать, что птица не потребляет субстраты сами по себе, а использует кормовые ингредиенты, где субстраты содержатся в форме сложных матриц. По этой причине, потенциал использования питательной ценности кормовых ингредиентов не полностью реализуется в организме у птиц: не один ингредиент не может быть гидролизован на 100%. Даже те субстраты, для которых организм вырабатывает достаточное количество пищеварительных ферментов (такие как крахмал, белок, жиры) полностью не перевариваются: 10–20% субстратов выделяется с пометом. Так, Wang и Parsons, (1998), Lemme A. с сотрудниками (2004), нашли определенное количество протеина, проходящее через ЖКТ, не полностью переваренным (2,3). Поскольку задача повышения конверсии корма в продукцию может быть реализована за счет

Авторы / Authors

Фисинин В.И., доктор с.-х. наук, профессор, академик РАН, научный руководитель, e-mail: olga@vnitip.ru
Вертипрахов В.Г., доктор биологических наук, зав. отделом физиологии и биохимии, e-mail: vertiprakhov63@mail.ru
Грозина А.А., кандидат биологических наук, с.н.с., e-mail: alena_fisinina@mail.ru
Андрянова Е.Н., доктор с.-х. наук, г.н.с.
Шевяков А.Н., канд. с.-х. н., зав. лабораторией биохимического анализа
Хасанова Л.В., с.н.с.
Аншаков Д.В., канд. с.-х. наук, директор филиала ВНИТИП СГЦ "Загорское ЭПХ"
ФГБНУ ФНЦ "Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства" РАН, 141311 Россия, Московская обл., г. Сергиев Посад, ул. Птицеградская, 10.
Fisinin V.I., Vertiprakhov V.G., Grozina A.A., Andrianova E.N., Khasanova L.V., Shevyakov A.N., Anshakov D.V.

Рис.1. Динамика панкреатического сока при замене корма 1 на корм 2 в рационе кур-несушек, (n=28)

Рис.2. Динамика липолитической активности при использовании в рационе кур различных по ингредиентам кормов, (n=28)

амилазы в панкреатическом соке остается на прежнем уровне, что связано с незначительным увеличением содержания сырого протеина в корме в абсолютном значении на 0,6%, в относительном выражении на 3,3%. Тенденция в снижении протеаз в панкреатическом соке при переходе на опытный корм, возможно, связана с уменьшением количества в корме лимитирующих аминокислот (табл.2). Следовательно, секреторная функция поджелудочной железы четко адаптируется к качеству принимаемого корма. Для того, чтобы понять механизм адаптации сокоотделения поджелудочной железы и активности липазы при переходе к опытному корму необходимо рассмотреть динамику выделения панкреатического сока и активности фермента после кормления, которые представлены на рис.1 и 2.

Экспериментальные данные свидетельствуют о том, что динамика выделения панкреатического сока после приема корма принципиально не изменяется, хотя кривая сокоотделения располагается в опытный период выше, чем в контрольный. В состоянии натошак панкреатический сок выделяется в минимальных количествах и составляет у кур 1,0±0,05 мл в контрольный период и 1,2±0,03 мл в опытный период. Кормление является сильным стимулятором панкреатической секреции, через час после кормления в сложнорефлекторную фазу регуляции количество сока увеличивается в 1,5 раза по сравнению с базальной секрецией в контрольный и в опытный период. В дальнейшем уровень сокоотделения существенно выше в опытный период по

сравнению с контролем (рис.1), что соответствует сложнорефлекторной и нейрогуморальной фазам регуляции панкреатической секреции.

Наиболее выраженные изменения в ферментативном спектре наблюдаются в активности липазы: увеличение базального уровня активности фермента составляет 37,7%, что свидетельствует о долговременной адаптации активности липазы к корму 2. В первые 30 минут постпрандиальной фазы (после приема корма) активность липазы значительно преобладает в опытный период (на 15,9% по сравнению с контрольным периодом) (рис.2). Это свидетельствует о возбуждении нервной системы в сложнорефлекторную фазу регуляции панкреатической секреции, обусловленной, по-видимому, более высокими вкусовыми качествами корма 2.

Анализ рецептов комбикормов, показал, что в целом контрольный и опытный комбикорм близки по питательности, однако контрольный комбикорм содержит на 0,6% меньше протеина в сравнении с опытным. Замена сои подсолнечным жмыхом, безусловно, повысила содержание клетчатки в рационе, однако для несушек в этом возрасте 6% клетчатки соответствуют физиологической норме. Проведение балансового опыта на курах позволило определить переваримость и использование белковых веществ рациона (табл.4).

Результаты показывают, что в опытный период увеличивается переваримость жира на 3,5%, что согласуется с повышением активности липазы в панкреатическом соке кур. Снижение переваримости клетчатки в опытный период на 12,3% связано, по-видимому, с повышением её количества в рационе.

Оценка яйценоскости несушек (группа 1–5) во время проведения балансовых исследований показала (табл. 5), что замена контрольного корма (корм 1) на корм 2, содержащий большее количество подсолнечного жмыха и меньшее количество сои привела к снижению яйценоскости несушек и уменьшению массы снесенных яиц на 19,34%. Вместе с тем, масса снесенных яиц у кур группы (1а–5а), получавших в первом балансовом опыте корм 2, увеличилась на 2,08% замене корма во втором опыте на корма 1. Полученный результат показывает, что в целом контрольный комбикорм позволяет обеспечить более высокую продуктивность птицы в сравнении с опытным. Это согласуется с тенденцией снижения протеаз в панкреатическом соке при замене сои на подсолнечный жмых в рационе кур.

Следует отметить, что жир из опытного комбикорма переваривался лучше, чем в контроле на 3,5%. По нашему мнению, это связано с качеством жира и секреторной реакцией поджелудочной железы, в результате которой активность липазы увеличивалась на 22,1%. Полученные данные согласуются с результатами исследований Бердникова П.П., Шпилевой Г.С. (2002), которыми установлен факт наибольшего влияния на переваримость интенсивности секреции панкреатического сока птиц и его ферментов. Авторами высказано заключение о возможности прогнозирования коэффициентов переваримости питательных веществ рациона птиц по результатам исследования функций их пищеварительных желез. Это, на наш взгляд, имеет хорошую перспективу с учетом современных представлений взаимосвязи ферментов пищеварительного тракта и крови (6,10,11).

Табл. 3. Секреторная функция поджелудочной железы кур при использовании в рационе разных по ингредиентному составу кормов(n=28, M±m)

№ п/п	Показатели	Периоды		Отношение к контролю, %
		контрольный	опытный	
1.	Количество панкреатического сока за опыт, мл	8,9±0,22	9,7±0,24*	+9,0
2.	Активность ферментов в 1 мл сока			
2.1.	Амилаза, мг/(мл·мин)	4672±200,9	5213±258,8	+11,6
2.2.	Липаза, мкмоль/(мл·мин)	7,7±0,52	9,4±0,36*	+22,1
2.3.	Протеазы, мг/(мл·мин)	267±16,8	237±15,9	-10,7

Примечание: * разница достоверная по сравнению с контролем, P<0,05

Табл. 4. Переваримость и использование питательных веществ корма (n=10, M±m)

	переваримость,%				доступность		использование		
	протеина	сухого вещ-ва	жира	клетчатки	Са	Р	азота	лизина	метионина
корм 1	90,74±0,22	72,96±0,73	90,12±0,67	24,13±2,42	62,83±2,90	27,27±3,51	51,93±1,94	90,0±1,16	95,15±0,32
корм 2	90,63±0,27	71,50±0,86	93,60±0,58*	11,84±2,74*	64,21±2,82	32,28±4,06	55,46±1,87	90,90±0,25	93,75±0,28

Примечание: * разница достоверная по сравнению с контролем, P<0,05

Табл. 5. Продуктивность несушек во время балансовых опытов

Группа	баланс №1			баланс №2		
	снесено яиц за учетн. период, шт.	масса снесенных яиц, за 3 дня, г		снесено яиц за учетн. период, шт.	масса снесенных яиц за 3 дня, г	
корм 1				корм 2		
1	2	136,3		2	126,7	
2	2	125,3		2	122,15	
3	3	204,73		2	135	
4	2	121,39		2	127,65	
5	3	196,39		2	121,0	
Σ	12	784,11		10	632,5	
корм 2				корм 1		
1а	3	191,99		3	205,6	
2а	3	198,03		3	199,1	
3а	3	212,22		3	205,65	
4а	3	206,86		3	242,4	
5а	3	222,59		3	200,4	
Σ	15	1031,69		15	1053,15	

Таким образом, на основании экспериментальных данных можно сделать следующее заключение:

1) Секреторная функция поджелудочной железы кур четко адаптируется к качеству принимаемого корма и имеет связь с переваримостью питательных веществ рациона кур.

2) При увеличении количества сырого жира в рационе на 20,9 % активность липазы панкреатического сока возрастает на 22,1%, в этом случае переваримость жира увеличивается на 3,5% по сравнению с фоновым периодом (p<0,05).

3) Замена в рационе экстрагированной сои на подсолнечный жмых при сохранении уровня сырого протеина в корме не оказывает существенного влияния на активность протеаз панкреатического сока, переваримость сырого протеина и доступность азота.

Литература

1. Шпилева Г.С. Связь переваримости питательных веществ рациона птиц с показателями секреции их пищеварительных желез / Исследования по морфологии и физиологии животных: сб. научн. тр., вып.14. Благовещенск, ДальГАУ, 2002:3-7.
2. Wang, X. and Parsons, C. M. 1998. Effect of raw material source, processing systems, and processing temperatures on amino acid digestibility of meat and bone meals. Poult. Sci., 77: 834 - 841.
3. Lemme, A., Ravindran, V. And Bryden, W.L. 2004. Ileal digestibility

of amino acids in feed ingredients for broilers. Worlds Poult. Sci. J., 60: 423 - 437.
4. Батоев Ц.Ж. Физиология пищеварения птиц. Улан-Удэ, 2001.
5. Бердников П.П., Шпилева Г.С. О возможностях прогнозирования коэффициентов переваримости питательных веществ рациона птиц по результатам исследования функций их пищеварительных желез / Исследования по морфологии и физиологии животных: сб. научн. тр., вып.14. Благовещенск, ДальГАУ, 2002:8-14.
6. Фисинин В.И., Вертипрахов В.Г., Грозина А.А., Хасанова Л.В. Панкреатическая секреция и усвоение аминокислот в кишечнике кур при разных источниках белка в рационе //Сельскохозяйственная биология. 2017. 52 (2):374-381.doi: 10.15389/agrobiology.2017.2.374rus
7. Vertiprakhov V.G., Egorov I.A. The Influence of Feed Intake and Conditioned Reflex on Exocrine Pancreatic Function in Broiler Chicks. Open Journal of Animal Sciences. 2016. Т. 6 (4): 298-303. DOI: 10.4236 / Ojas.2016.64034
8. Вертипрахов В.Г. Особенности секреторной функции поджелудочной железы цыплят-бройлеров и возможности коррекции пищеварения животных ферментными препаратами на цеолитовой основе: дисс. д-ра биол. наук. - Новосибирск, 2004:59-60.
9. Руководство по оптимизации рецептов комбикормов для сельскохозяйственной птицы / Фисинин В.И., Егоров И.А., Ленкова Т.Н. и др. Сергиев Посад. 2014:3-4.
10. Rothman S., Liebow C., Grendell J. Nonparallel transport and mechanisms of secretion. Biochimica et Biophysica Acta.1991. Vol.1071 (2):159-173.doi.org/10.1016/0304-4157(91)90023-P
11. Фисинин В.И., Вертипрахов В.Г., Грозина А.А. Новые подходы к оценке функции пищеварения у кур. Российская сельскохозяйственная наука. 2018.1:49-53.