УДК 633:577.15
ББК 28.903

Владимир Георгиевич Вертипрахов[1],
доктор биологических наук,
Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства
(141313, Россия, г. Сергиев Посад, ул. Птицеградская, 10),
e-mail: vetfarm2008@mail.ru

Елена Геннадьевна Фоменко,
кандидат биологических наук,
Забайкальский государственный университет
(672039, Россия, г. Чита, ул. Александро-Заводская, 30),
e-mail: feg2000@yandex.ru

Мария Николаевна Бутенко,
инженер лаборатории водных экосистем,
Институт природных ресурсов, экологии и криологии Сибирского отделения Академии наук
(672014, Россия, г. Чита, ул. Недорезова, 16а),
e-mail: 44mary44@mail.ru

Особенности ферментовыделительной функции поджелудочной железы птиц по сравнению с млекопитающими животными

В статье приводятся данные исследований активности панкреатических ферментов у птиц и млекопитающих животных, полученных в условиях хронических опытов на фистульных животных и птицах, а также при изучении ферментативной активности ткани поджелудочной железы. Результаты показывают, что по ферментативной активности ткани поджелудочной железы показатели у цыплят-бройлеров превосходят свиней по активности амилазы в 3,3 раза, а по протеазам – в 2,6 раза. Следовательно, высокий уровень обменных процессов обусловлен высокой ферментативной активностью секрета поджелудочной железы. Это подтверждают данные по конверсии корма в продукцию: у бройлеров она составляет 2:1, а у свиней 3,5:1.

Если сравнивать жвачных животных с птицами, то они, несмотря на то, что имеют близкое амилазно-протеазное соотношение, по активности амилазы отстают от кур почти в 14 раз, а по протеазам – в 11,5 раз.

Ферментативная активность поджелудочной железы лошадей занимает среднее положение между жвачными животными и всеядными, поскольку основными компонентами рациона является трава (сено) и относительно небольшое количество концентратов. По сравнению с цыплятами-бройлерами активность амилазы ниже в 11 раз, активность протеаз – в 12 раз.

Отличия в активности ферментов пищеварительных желез имеются у птиц и млекопитающих животных в онтогенезе и в адаптации к белковым добавкам рациона.

Ключевые слова: физиология пищеварительной системы, ферментовыделительная функция поджелудочной железы птиц, млекопитающие, белковые добавки.

[1] В. Г. Вертипрахов – основной автор, является организатором исследования, обобщает результаты и формулирует выводы коллективного проекта.

© В. Г. Вертипрахов, Е. Г. Фоменко, М. Н. Бутенко, 2016

Vladimir Georgievich Vertiprakhov*[1]*,
Doctor of Biology,
All-Russian Research and Technological Institute of Poultry Breeding,
(ul. Ptitsegradskaya 10, Sergiyev Posad, 141313 Russia),
e-mail: vetfarm2008@mail.ru

Elena Gennadievna Fomenko,
Candidate of Biology,
Transbaikal State University
(ul. Aleksandro-Zavodskaya 30, Chita, 672039 Russia),
e-mail: Feg2000@yandex.ru

Mariya Nikolaevna Butenko,
Engineer, Laboratory of Aquatic Ecosystems,
Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences.
(ul. Nedorezova 16a, Chita, 672014 Russia),
e-mail: 44mary44@mail.ru

Peculiarities of Enzyme Excretory Function of Birds' Pancreatic Gland as Against Mammals

Data on the activity of pancreatic enzymes in birds and mammals obtained in chronic experiments on fistuled individuals and on the enzymatic activity of pancreatic tissue are presented. The results showed that amylase activity in pancreatic tissue is 3.3 times higher in broiler chicks compared to pigs, protease activity is 2.6 times higher. High metabolic rate in birds is therefore related to higher enzymatic activity in pancreatic secretion; the difference in feed conversion ratio (FCR, kg of feed per 1 kg of live bodyweight gain: ca. 2.0 in broilers while 3.5 in pigs) confirms this conception.

Amylase/protease ratio in ruminants was found to be similar to birds though amylase activity in chicken is almost 14 times higher compared to ruminants and protease activity is 11.5 times higher.

Enzymatic activity of the pancreas in horses is intermediate between ruminants and omnivorous because diets for horses are primarily based on grass (hay) and relatively little amounts of concentrates. The amylase activity in horse is 11 times lower, protease activity is 12 times lower compared to chicken.

The differences between the activities of pancreatic enzymes in birds and mammals are ontogenetically conditioned and become especially apparent during adaptation to protein additives in diets.

Keywords: digestive system physiology, enzyme excretory function of birds' pancreatic gland, mammals, protein additives.

За последние десятилетия (30–40 лет) отмечены серьёзные сдвиги в мировых показателях продуктивности сельскохозяйственных животных. Как указывает академик В. Г. Рядчиков, «эти достижения, безусловно, связаны с повышением генетического потенциала животных. Однако создание и реализация этого потенциала были бы невозможны без соответствующего питания создаваемых пород, линий и кроссов, реализовать которое стало возможным в результате фундаментальных и прикладных научных разработок в области физиологии пищеварения, энергетического и аминокислотного питания, раскрытия процессов биосинтеза белка и их регуляции на молекулярном, клеточном и организменном уровне» [8, с. 15]. Для того чтобы двигаться дальше, необходимо чётко представлять физиологические потребности организма животного в питательных веществах и энергии с учётом переваримых компонентов корма. А в этой связи требуется чёткое понимание процессов пищеварения у разных видов животных, их развитие в процессе эволюции и особенностями их различия [2, с. 24]. Поэтому целью нашей работы стало изучение особенностей внешнесекреторной функции поджелудочной железы птиц по сравнению с млекопитающими животными.

[1] V. G. Vertiprakhov is the principal author, organizer of the study, he summarizes the results and draws conclusions of the collective project.

Материалы и методы исследования. Для получения панкреатического сока в хроническом опыте использовали цыплят-бройлеров и кур-несушек, которых оперировали, пересаживая панкреатический проток в изолированный отрезок кишечника [1, с. 1867]. Данная методика позволяла получать панкреатический сок в период опытов, а в остальное время – направлять его по внешнему анастомозу в кишечник. Динамику экзокринной функции поджелудочной железы птиц изучали с 30-минутным интервалом в 3-часовых опытах. Первую порцию сока собирали натощак, а затем кормили птиц (30 г корма), используя в рационе комбикорм в соответствии с требованиями ВНИТИП.

Для изучения ферментативной активности в гомогенате ткани органа поджелудочную железу растирали в стеклянном гомогенизаторе в холодном растворе Рингера. После центрифугирования выполняли активирование протеаз экстрактом слизистой оболочки 12-перстной кишки цыплят в течение 15 часов при температуре +4–5 °С, после этого наблюдали протеолитическую активность по расщеплению казеина при колориметрическом контроле [3, с. 123]. Активность амилазы определяли сразу после приготовления гомогената по методу Смит – Роя – Уголева [7, с. 144]. Статистическую обработку результатов исследований выполняли общепринятыми методами с использованием таблиц Стьюдента.

Результаты исследований показывают, что активность ферментов поджелудочной железы у цыплят-бройлеров при определении разными способами (фистульным методом и в гомогенате ткани) имеет близкие значения (см. табл.). Исходя из этого, мы провели сравнительно-видовой анализ у разных животных.

Таблица

Активность ферментов в соке и гомогенате ткани поджелудочной железы животных

Вид животного	***Количество особей, голов***	***Активность ферментов***		***Соотношение амилазы и протеаз***
		амилазы	***протеаз***	
Панкреатический сок, мг/мл/мин				
Цыплята-бройлеры	10	9933±701,0	865±47,5	11:1
Куры-несушки	21	6073±419,1	369±20,9	17:1
Дуоденальный химус, мг/мл/мин				
Цыплята-бройлеры	10	980±53,8	78±1,7	13:1
Поросята 3 мес.	3	27±3,4	2,7±0,27	10:1
В гомогенате ткани поджелудочной железы, мг/г/мин				
Цыплята-бройлеры	20	14177±1399,7	1010±109,6	14:1
Куры	20	8863±101,0	404±5,9	22:1
Поросята	20	4280±155,4	392±19,6	11:1
Коровы	10	641±92,3	35±0,7	18:1
Телята 3 мес.	5	618±59,6	238±21,9	3:1
Лошади	10	1290±101,9	84±0,7	15:1

Данные таблицы показывают, что ферментативная активность панкреатического сока цыплят-бройлеров превосходит по амилазе кур-несушек в 1,6 раза, а по протеазам – в 2,3 раза. Это связано не только с генетическим потенциалом птицы, но и существенным различием в рационах цыплят-бройлеров и кур-несушек. Так, для реализации генетического потенциала цыплят-бройлеров используются комбикорма с содержанием сырого протеина 23 % и обменной энергии 317 ккал, а для кур-несушек показатели соответственно составляют 17 % и 290 ккал. Следовательно, количество сырого протеина у бройлеров на 35 % выше, чем в рационе кур-несушек, а протеолитических ферментов в 1 мл сока больше на 130 %. Таким образом, высокая скорость роста цыплят-бройлеров связана с конверсией корма в продукцию, обусловленной, прежде всего, интенсивным уровнем пищеварительной деятельности поджелудочной железы.

Что касается ферментативной активности ткани поджелудочной железы у цыплят-бройлеров и свиней, то по активности амилазы показатели выше соответственно в 3,3 раза,

а по протеазам разница составляет 2,6 раза. Хотя по соотношению амилазы к протеазам бройлеры и свиньи имеют близкие значения, соответствующие всеядным животным: 14:1 – 11:1. Интенсивность пищеварительной функции поджелудочной железы цыплят-бройлеров обусловлена разной питательностью рационов: у бройлеров по количеству сырого протеина комбикорм выше на 31 %, а по активности протеаз – на 160 %. Следовательно, высокий уровень обменных процессов обусловлен высокой ферментативной активностью секрета поджелудочной железы. От этого во многом зависит и конверсия корма: у бройлеров она составляет 2:1, а у свиней – 3,5:1.

Тип питания во многом определяет функцию поджелудочной железы. Наиболее ярким доказательством этому является активность ферментов поджелудочной железы у телят 3-месячного возраста и взрослых коров. У телят молочного периода пищеварение сходно с моногастричными животными, т. к. рубцовое пищеварение только начинает формироваться и не играет такой существенной роли, как у взрослых особей. Поскольку телята получают в рационе молоко и комбикорма, то уровень протеаз, вырабатываемых поджелудочной железой, у телят выше, чем у взрослых животных в 7 раз. Хотя по уровню амилолитических ферментов у крупного рогатого скота значительных различий в онтогенезе не отмечается. Если сравнивать жвачных животных с птицами, то они, несмотря на то, что имеют близкое амилазо-протеазное соотношение, по активности амилазы отстают от кур почти в 14 раз, а по протеазам – в 11,5 раз.

Ферментативная активность поджелудочной железы лошадей занимает среднее положение между жвачными животными и всеядными, поскольку основными компонентами рациона является трава (сено) и относительно небольшое количество концентратов. По сравнению с цыплятами-бройлерами активность амилазы ниже в 11 раз, активность протеаз – в 12 раз.

Отличия в активности ферментов пищеварительных желёз имеются у птиц и млекопитающих животных в онтогенезе. Так, цыплята-бройлеры вылупляются из яйца с активно действующим пищеварительным аппаратом [8; 9], а у поросят, наоборот, в первые дни жизни отмечена низкая активность амилазы и протеаз, а высокая – липазы, что обусловлено потреблением молока. У поросят 1-месячного возраста отсутствует чётко выраженная нервно-рефлекторная фаза секреции, однако активность ферментов соответствует взрослым животным [6; 5]. Исследования химуса кишечника у разных видов животных показали, что сухого вещества больше всего содержится в химусе свиньи (8,5–12,0 %), а количество протеина составляет 1,36 %. У крупного рогатого скота и лошадей показатели значительно ниже и составляют соответственно сухого вещества 2,7–5,0 и 6,3 %, протеина 1,18–1,09 %. Однако у телят в период молочного питания сухого вещества в химусе содержится 6,7 %, а протеин повышается до 1,5 % [10, с. 146].

При замене в рационе свиней соевого жмыха на адекватное количество балансирующей белковой добавки, содержащей горох, рапс, аминокислоты и ферментный препарат, активность амилазы в ткани поджелудочной железы возрастала на 26,2 %, протеаз – на 5,9 %. У кур в аналогичном опыте активность амилазы в ткани увеличивалась соответственно на 38,8 и 46,1 % по сравнению с контрольным периодом [4, с. 111].

Таким образом, биологический закон, определяющий развитие организма в зависимости от генотипа и факторов среды, обеспечивает птицам интенсивные процессы пищеварения в системе обмена веществ. Поскольку от этого зависит усвоение питательных веществ корма, то интенсивность гидролиза в кишечнике протекает у птиц в десятки раз быстрее по сравнению с лошадьми и жвачными животными и в 2–3 раза активнее, чем пищеварение у свиней. Отмечаются также различные сроки становления пищеварительной функции поджелудочной железы в онтогенезе и отличия в адаптации к белковым добавкам в рационе птиц и млекопитающих. Это является результатом эволюционного приспособления птиц к полёту.

Список литературы

1. Батоев Ц. Ж., Батоева С. Ц. Методика наложения фистул для изучения секреции поджелудочной железы и желчеотделения у птиц // Физиол. журн. СССР, 1970. Т. 56. № 12. С. 1867–1868.

2. Батоев Ц. Ж. Физиология пищеварения птиц. Улан-Удэ: Изд-во БГУ, 2001. 214 с.

3. Батоев Ц. Ж. Фотометрическое определение активности протеолитических ферментов в поджелудочной железе, соке по уменьшению концентрации казеина // Сб. науч. тр. Бурят. СХИ. 1971. № 25. С. 122–126.

4. Вертипрахов В. Г., Шеломенцева О. П., Бутенко М. Н., Андреева О. Т. Влияние комплексной белковой добавки на организм животных // Учёные записки. ЗабГГПУ им. Н.Г. Чернышевского. Чита, 2012. № 1 (42). С 108–114.

5. Вертипрахов В. Г., Тесаривская Т. Б. Секреторная функция поджелудочной железы кур при добавке панкреаветина к разным по качеству кормам // Вестн. Краснояр. гос. аграрного ун-та. 2009. Вып. 6. С. 98–102.

6. Галочкин В. А. Динамика изменения секреторной деятельности поджелудочной железы свиней при кратковременном скармливании низкобелкового рациона // Бюл. ВНИИФиБ с.-х. животных. 1968. № 3. С. 71–73.

7. Мерина-Глузкина В. М. Сравнительная оценка сахарифицирующих и декстректирующих методов при определении активности амилазы крови здоровых и больных острым панкреатитом // Аграрный вестник Урала. Сер. Лаб. Дело. 1965. № 3. С. 143.

8. Рядчиков В.Г. Основы питания и кормления сельскохозяйственных животных: учеб. пособие. Краснодар: КГАУ, 2013. 616 с.

9. Селянский В. М. Анатомия и физиология сельскохозяйственной птицы. М.: Агропромиздат, 1996. 272 с.

10. Синещеков А. Д. Биология питания сельскохозяйственных животных. Биологические основы рационального использования кормов. М.: Колос, 1965. 399 с.

References

1. Batoev C. Zh., Batoeva S. C. Metodika nalozhenija fistul dlja izuchenija sekrecii podzheludochnoj zhelezy i zhelcheotdelenija u ptic // Fiziol. zhurn. SSSR, 1970. T. 56. № 12. S. 1867–1868.

2. Batoev C. Zh. Fiziologija pishhevarenija ptic. Ulan-Udje: Izd-vo BGU, 2001. 214 s.

3. Batoev C. Zh. Fotometricheskoe opredelenie aktivnosti proteoliticheskih fermentov v podzheludochnoj zheleze, soke po umen'sheniju koncentracii kazeina // Sb. nauch. tr. Burjat. SHI. 1971. № 25. S. 122–126.

4. Vertiprahov V. G., Shelomenceva O. P., Butenko M. N., Andreeva O. T. Vlijanie kompleksnoj belkovoj dobavki na organizm zhivotnyh // Uchjonye zapiski. ZabGGPU im. N.G. Chernyshevskogo. Chita, 2012. № 1 (42). S 108–114.

5. Vertiprahov V. G., Tesarivskaja T. B. Sekretornaja funkcija podzheludochnoj zhelezy kur pri dobavke pankreavetina k raznym po kachestvu kormam // Vestn. Krasnojar. gos. agrarnogo un-ta. 2009. Vyp. 6. S. 98–102.

6. Galochkin V. A. Dinamika izmenenija sekretornoj dejatel'nosti podzheludochnoj zhelezy svinej pri kratkovremennom skarmlivanii nizkobelkovogo raciona // Bjul. VNIIFiB s.-h. zhivotnyh. 1968. № 3. S. 71–73.

7. Merina-Gluzkina V. M. Sravnitel'naja ocenka saharificirujushhih i dekstrektirujushhih metodov pri opredelenii aktivnosti amilazy krovi zdorovyh i bol'nyh ostrym pankreatitom // Agrarnyj vestnik Urala. Ser. Lab. Delo. 1965. № 3. S. 143.

8. Rjadchikov V.G. Osnovy pitanija i kormlenija sel'skohozjajstvennyh zhivotnyh: ucheb. posobie. Krasnodar: KGAU, 2013. 616 s.

9. Seljanskij V. M. Anatomija i fiziologija sel'skohozjajstvennoj pticy. M.: Agropromizdat, 1996. 272 s.

10. Sineshhekov A. D. Biologija pitanija sel'skohozjajstvennyh zhivotnyh. Biologicheskie osnovy racional'nogo ispol'zovanija kormov. M.: Kolos, 1965. 399 s.

Статья поступила в редакцию 20.12.2015