КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК: 599.735
DOI: 10.18101/2587-7143-2018-2-70-75

АДАПТАЦИЯ ФЕРМЕНТОВ ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ ПРИ ПЕРЕВАРИВАНИИ ПИЩИ ЖИВОТНОГО И РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ[3]

Ц. Ж. Батоев

© Батоев Цыдып Жамсаранович
доктор биологических наук, профессор,
Бурятский государственный университет
Россия, 670000, г. Улан-Удэ, ул. Смолина, 24а
E-mail: batasz@mail.ru

Представлены результаты исследований внешнесекреторной функции поджелудочной железы разных животных, отражающие адаптивный характер ее функционирования. Изложены возможные механизмы периодической активности пищеварительного аппарата. В результате длительных экспериментальных исследований нами установлено, что концентрация ферментов панкреатического сока находится в зависимости от видовых особенностей птиц и животных, отражением которой является протеазно-амилазное соотношение.
Ключевые слова: панкреатический сок, ферментативная активность, протеазно-амилазное соотношение.

Введение. В процессе изучения пищеварительной функции поджелудочной железы птиц и млекопитающих нами установлено, что протеазно-амилазное соотношение ферментов панкреатического сока отражает состав видового питания, содержание в нем доли животного и растительного происхождения. Это было целью нашего исследования.

Пищеварительная функция поджелудочной железы, выделение панкреатического сока, их рефлекторная гуморальная регуляция исследованы русской школой физиологов И. П. Павлова (Анохин, Судаков, 1971; Павлов, 1951; Розенков, 1948; Физиология пищеварения, 1976).

Объекты и методы исследования. Изучение внешнесекреторной функции животных проводилось фистульным методом протоков поджелудочной железы с внешним анастомозом, соединяющимся на наружной стороне брюшной стенки

[3] Редколлегия представляет одну из последних работ Цыдыпа Жамсарановича Батоева (1928–2017) — одного из ведущих физиологов России. Фундаментальными являются результаты исследований активности ферментов поджелудочной железы как наследственного признака в эволюции животных. Текст печатается по: Батоев Ц. Ж. Адаптация ферментов поджелудочной железы при переваривании пищи животного и растительного происхождения // Электронный научный журнал «Глобус». Ч.1. 2016. С. 40–44.

по Д. С. Жилову (1965). Фистульный метод использовался при исследовании кур, уток, гусей, собак и свиней. У других животных, у которых затруднено применение фистул, использовались гомогенаты тканей панкреас по общепринятой методике. Сопоставимость результатов исследования панкреатического сока и гомогената ткани поджелудочной железы проверялось серией специальных опытов при использовании сока кур, уток, собак и свиней (Батоев, Аюрзанаева, Санжиева и др., 2004; Батоев, Малакшинова, Григорьева и др., 1983). Были получены сопоставимые результаты в пределах статистической ошибки (Батоев, 1992, 1993; Grossman, Greengard, Ivy, 1993).

Среднесуточный показатель 1 мл панкреатического сока соответствует по активности ферментов 1 г ткани поджелудочной железы животных. Активность амилазы устанавливалась по Смит-Рое в модификации Ц. Ж. Батоева (Батоев, 1993). Общая протеолитическая активность — по гидролизу казеина (Батоев, 1971). Статистическая обработка результатов исследования проводилась на всех этапах работы (Жилов, 1965; Батоев, Малакшинова, Григорьева и др., 1983).

Для исследования гомогенатов тканей использовался материал, взятый у 30 песцов, 22 норок, 15 белок, 12 ондатр, 195 черных ворон, 9 воронов, 165 сорок обыкновенных, 202 голубя, 16 крупного рогатого скота, 67 овец, 20 коз, 10 лошадей.

На представленном графике вид животных обозначен точкой, которая отражает общий итог комплексного научного исследования пищеварительной функции панкреас с учетом сезона года, места обитания, породы, возраста (Батоев, Аюрзанаева, Санжиева и др., 2004; Батоев, Малакшинова, Григорьева и др., 1983; Батоев, Башанова, Котурай, 2012; Воронков, Батоев, Цыбекмитова, 1985; Цыбекмитова, 1985).

Исследования выполнялись в течение многих лет при участии сотрудников лаборатории: у кур, уток и гусей — эксперименты Ц. Ж. Батоева; собак — Г. Ц. Цыбекмитовой; свиней — Алиева; норок, песцов, лисиц, ондатр, белок — С. Е. Санжиевой; сорок — Р. П. Баниевой; черной вороны, ворона — О. В. Содбоевой; крупного рогатого скота — М. А. Башановой; овец и коз — И. А. Котурай; голубей — М. В. Аюрзанаевой; лошади — Доржина (предварительные данные).

Результаты исследования. В наших исследованиях пищеварительной функции поджелудочной железы животных установлено, что протеазно — амилазное соотношение ферментов в соке и гомогенете наглядно отражает взаимосвязь ферментов поджелудочной железы с характерными особенностями питания — с зоо-, поли — и фитофагией животных (рис. 1).

Животные плотоядного питания располагаются в левом нижнем углу графика в области меньшего содержания амилазы от 1:2 до 1:10. У облигатного плотояда — норки соотношение протеазы минимальное 1:2, т.е. активность амилазы всего в два раза превосходит протеазную. Близки к норкам песцы, ворон, несколько дальше — собаки. В правом верхнем углу — в области значений от 1:20 и выше находятся животные растительного питания: жвачные, лошади, ондатры, гуси, голуби. В средней части графика находится зона полифагов — свиней, кур, уток, белок.

Голуби и гуси, птицы растительного питания, имеют высокое содержание амилазы при малом присутствии протеолитических ферментов в поджелудочной

железе при малом количестве белковых ферментов, поэтому протеазно — амилазное соотношение в 2 и более раз больше, чем у других животных на графике. Адаптация этих птиц к растительной пище шла только по пути увеличения содержания амилазы при сохранении уровня протеаз.

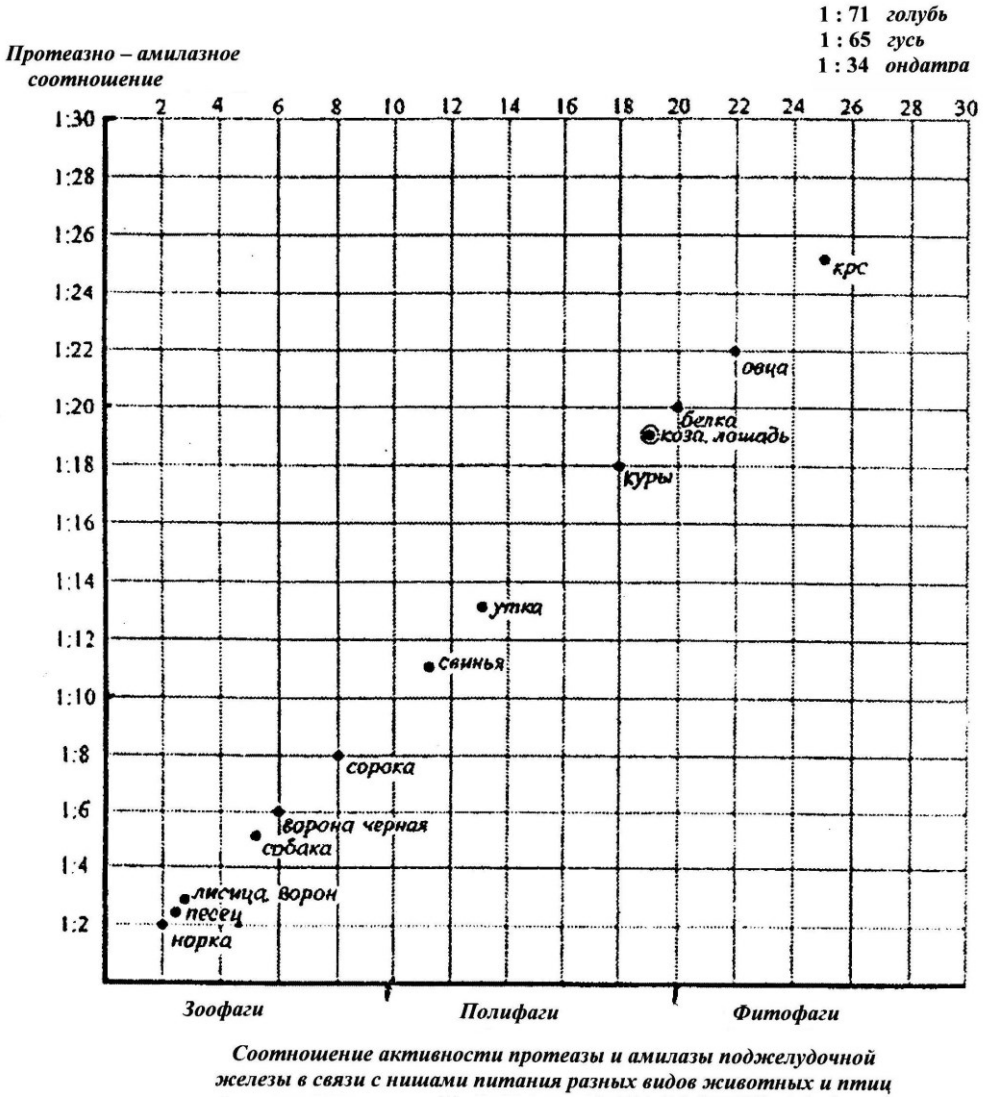

Рис. 1. Графическая зависимость соотношения протеазы к амилазе и особенностями питания животных

Таким образом, график отражает адаптацию пищеварительных ферментов поджелудочной железы к доле животной и растительной пищи в эволюционном развитии видов животных. Данная адаптация проявляется как видовой призрак, но подвержен флуктуациям при изменениях рациона по сезонам года (табл. 1).

Плотоядный (насекомоядный) характер питания в летний период увеличивает содержание протеолитических ферментов и, соответственно, уменьшаются пока-

затели протеазно — амилазного соотношения до уровня 1:2. Зимой, когда увеличивается доля растительного корма, повышается соотношение ферментов: у сороки обыкновенной до 1:14, у черной вороны до 1:9, характерного для полифагов. Однако птицы остаются плотоядными (1:6, 1:8). Для ворона характерна облигатное плотоядное видовое питание: зимой при соотношении протеаза к амилазе 1:3.

Таблица 1

Активность ферментов гомогената поджелудочной железы сороки и черной вороны по сезонам года

Сезоны года	Активность ферментов			Протеазно-амилазное соотношение
	Амилаза Мг,г/мин	Протеаза n Мг,г/мин	Липаза Мк моль,г/мин	
Черная ворона (п=195)				
Зима	6931±87,8	760±26,2	23±0,3	1:9
Лето	2219±38,7	1052±12,6	31±0,6	1:2
Весна	6617±180,8	708±8,3	28±0,5	1:9
Осень	1847±36,9	565±15,7	25±0,6	1:3
Среднее	4403	771		1:6
Сорока обыкновенная (п=168)				
Зима	7133±163,3	515±16,5	15±0,5	1:14
Лето	6941±67,7	1051±331	26±0,8	1:2
Весна	8191±187,9	741±23,9	23±0,9	1:11
Осень	3793±128,9	699±15,0	16±0,3	1:5
Среднее	6519	751		1:8

Обсуждение результатов. Данные, представленные на графике, получены разными путями — извлечением панкреатического сока и использованием гомогената ткани поджелудочной железы птиц и млекопитающих. Несмотря на сложности объектов исследования, график отражает закономерное явление. Субстраты для анализов активности ферментов: крахмал и казеин — компоненты растительных и животных пищевых объектов (Смородинцев, 1915). Таким образом, график отражает историю развития растительного питания животных в эволюционном развитии. Активность ферментов поджелудочной железы животных является наследственным признаком, выработанным в течение эволюционного развития в условиях ниши вида. Если рассчитать протеазно — амилазное соотношение по результатам другого аналогичного исследования (Kohishevski, 1973), то они совпадают с нашими данными, несмотря на разные методы исследования.

В сопоставимых условиях на единицу массы тела собаки были получены 12,0 мл панкреатического сока, у свиней — 11,8 мл. Секрет собаки содержал в 3,3 раза больше протеаз, чем у свиней, что является ярким примером адаптации ферментов железы на потребление пищи животного происхождения в течение эволюционного развития (Батоев, 1992).

Кроме ферментативной адаптации пищеварительная функция поджелудочной железы, имеется другой механизм адаптации за счет динамики выделения панкреатического сока. Различают прерывистое и беспрерывное выделение сока. Пища животного происхождения переваривается быстро, поэтому возникают промежутки покоя между приемами пищи. Появляется прерывистый характер в

динамике секреции поджелудочной железы. Плотоядным животным свойственна периодическая секреция сока поджелудочной железы. При увеличении доли растительной пищи в питании животных увеличивается время переваривания, что приводит к беспрерывной секреции железы. Постоянная беспрерывная секреция поджелудочной железы свойственная полифагам и фитофагам: курам, гусям, свиньям, жвачным и лошади. Адаптация функции поджелудочной железы к растительной пище у гусей и голубей происходит за счет увеличения активности амилазы. У них исключительно высокий уровень активности амилазы и протеазно — амилазного соотношения. У жвачных и лошадей адаптация к растительным кормам осуществляется в результате деятельности микроорганизмов, образования больших бродильных камер. Белковые компоненты тел микроорганизмов составляют значительную часть потребности животных. Этим объясняются, очевидно, отклонения показателей соотношения ферментов поджелудочной железы на графике к полифагии. Избыточное обильное выделение ферментов поджелудочной железы представляет адаптацию животных к экстремальным условиям среды обитания.

Литература

Анохин П. К., Судаков К. В. Нейрофизиологическая теория голода, насыщения // Успехи физиол. наук. 1971. Т.2. № 1. С. 3-41.

Батоев Ц. Ж. Секреторная функция поджелудочный железы кур, свиней и собак // Труды Бурятского с/х ин-та. Разд. ветеринария. Улан-Удэ, 1992. С. 7-11.

Батоев Ц. Ж. Фотометрическое определение активности протеолитических ферментов панкреатического сока по уменьшению концентрации казеина // Труды Бурятского с/х ин-та. Вопросы физиологии и патологии животных. Улан-Удэ, 1971. С. 22-26.

Батоев Ц. Ж. Пищеварительная функция поджелудочной железы у кур, уток и гусей. Улан-Удэ, 1993. 121 с.

Батоев Ц. Ж., Аюрзанаева М. В., Санжиева С. Е., Содбоева О. В., Баниева Р. П., Экзокринная функция поджелудочной железы птиц и млекопитающих // Вестник БГУ. Вып. 6. Улан-Удэ, 2004. С. 85-88.

Батоев Ц. Ж., Малакшинова М. М., Григорьева Н. Л., Смолин С. Г. // Докл. АН СССР. Т. 286, № 2. Л., 1983.

Батоев Ц. Ж., Башанова М. А., Котурай И. А. Ферментативная активность гомогената ткани поджелудочной железы крупного рогатого скота и её адаптация // Вестник БГУ. № 4. 2012. С. 190-192.

Воронков М. Г., Батоев Ц. Ж., Цыбекмитова Г. Ц., Семенова Н. В. Влияние крезацина на внешнесекреторную деятельность поджелудочной железы // Докл. АН СССР. 1985. Т. 284, № 1. С. 241-244.

Жилов Д. С. Новая методика постоянной фистулы панкреатического потока // Труды лаборатории физиологии пищеварения с-х животных. М.-Л., 1965. Т. 5. С. 143-146.

Климов П. К., Фокина А. А. Физиология поджелудочной железы. Регуляция, внешнесекреторной функции. Л.: Наука, 1987. 152 с.

Котурай И. А. Пищеварительная функция поджелудочной железы овец и её адаптация // Вестник БГУ. № 4, 2012. С. 192-194.

Ойвин И. А. Стратегическая обработка результатов экспериментальных исследований // Патология, физиология и экспериментальная терапия. 1960, № 4. С. 76-80.

Павлов И. П. Иннервация поджелудочной железы // Полн. собр. соч.: в 6 т. М.; Л., 1951. Т. 2, кн. 2. С. 96–132.

Розенков И. П. Новые данные физиологии и патологии пищеварения. М.: Изд-во Акад. мед. наук, 1948. 464 с.

Санжиева С. Е. Физиологическая адаптация американских норок и серебристо-черных лисиц при клеточном содержании в условиях Забайкалья: Автореф. … д-ра биол. наук. Благовещенск, 2011. 38 с.

Смородинцев И. А. Ферменты растительного и животного царства. Часть 1. Общая ферментология. М., 1915. 651 с.

Уголев А. М. Эволюция пищеварения и принципы эволюции функций. Л., 1985. 544 с.

Физиология пищеварения. Руководство по физиологии. Л.: Наука. 1976. 761 с.

Цыбекмитова Г. Ц. и др. Влияние крезацина на внешнесекреторную деятельность поджелудочной железы // Докл. АН СССР. 1985. Т. 284, № 1. С. 241-244.

Grossman V. I., Greengard H., Ivy A. S. The effects of dietary composition on pancreatic enzymes // Amer. J. Physiol., 1943. Vol. 138. P. 676-682.

Kohishevski P. Pancreatic enzymes in minks. Basel. New-York, 1973. P. 145.

ADAPTATION OF PANCREATIC ENZYMES DURING THE DIGESTION OF FOOD OF ANIMAL AND VEGETABLE ORIGIN

Ts. Zh. Batoev

Tsidip Zh. Batoev
Dr. Sci. (Bio), Professor, Buryat State University
24a, Smolin str., Ulan-Ude, 670000, Russia
E-mail: batasz@mail.ru

The results of studies of the external secretory function of the pancreas of different animals, reflecting the adaptive nature of its functioning, are presented. The possible mechanisms of periodic activity of the digestive system are described. As a result of long-term experimental studies, we found that the concentration of pancreatic juice enzymes is dependent on the species characteristics of birds and animals, the reflection of which is the protease-amylase ratio.

Keywords: pancreatic juice; enzymatic activity; protease-amylase ratio.