

УДК 636.598:612.31

СЕКРЕТОРНАЯ И ФЕРМЕНТОВЫДЕЛИТЕЛЬНАЯ ФУНКЦИИ КИШЕЧНИКА У ГУСЕЙ

А. К. БОБЫЛЕВ

(Кафедра физиологии и биохимии с.-х. животных)

Расчетным путем определяли секреторную функцию кишечника в целом и его анатомических участков у годовалых гусей. Чистый кишечный сок собирали в утренние часы и за сутки методом изолирования середины двенадцатиперстной, тощей, подвздошной и одной из слепых кишок (целиком).

На фоне непрерывной секреции максимальное количество сока выделялось в течение 1-го часа. Секреция 1 см² слизистой оболочки тощей кишки была в 7 раз выше, чем двенадцатиперстной и подвздошной кишок, и в 12 раз выше, чем слепых кишок.

В решении продовольственной проблемы в стране особая роль отводится мясному птицеводству. В связи с этим важное значение имеет интенсификация гусеводства [22]. Однако широкое применение промышленной технологии при разведении гусей сдерживается из-за недостаточной изученности биологии развития их организма. Мало данных и об особенностях развития пищеварительного тракта и формирования пищеварительной функции в постнатальном онтогенезе гусей.

В целом схема превращений питательных веществ корма в кишечнике теплокровных животных общеизвестна, но до сих пор пищеварение не изучено в видовом и возрастном плане. Так, у млекопитающих и прежде всего у травоядных длина кишечника превосходит длину тела в десятки раз, тогда как у птицы лишь в 4—6 раз. К морфологическим особенностям кишечника птицы относится также своеобразие микроструктуры и васкуляризации кишечной стенки [5, 6]. Особенности морфологии кишечной стенки, естественно, должны проявиться в секреторной функции желез по всей длине кишечной трубки.

Если же кишечное пищеварение у птицы рассматривать в прикладном аспекте, т. е. в связи с обменом веществ и продуктивностью, то интерес к этому вопросу будет постоянным [1, 3, 10, 11, 16, 17, 23]. Внимание к физиологии кишечного пищеварения у птицы в наибольшей степени возросло в 1965—1975 гг., что объясняется переводом птицеводства на промышленную технологию [2, 4, 7—10, 13, 15, 16, 18, 24]. Вполне объяснимо также, что сначала основное внимание физиологов было обращено на скороспелый и самый яйценоский вид птицы — курицу [1, 7—12, 15, 17, 19—21, 24], единичные работы были посвящены цесаркам, уткам и индейкам [13, 14, 24, 25] и совсем не изучалось кишечное пищеварение гусей, это послужило основанием для проведения настоящих исследований.

Методика

В отличие от других исследователей мы задались целью получить целостные показатели секреции сока по всей длине ки-

шечника в разрезе по отдельным анатомическим отрезкам, кроме прямой кишки. Для изучения каждой кишки оперировали

по 3 гуся, всего в опытах использовали 12 фистулированных птиц в возрасте одного года. Для получения чистого кишечного сока применяли методику изолирования кишок по Тири — Велла в сочетании с внешними анастомозами в модификации А. А. Алиева [2]. Изолировали участки длиной 12—15 см в середине двенадцатиперстной, тощей, подвздошной кишок и один участок из слепых отростков толстого отдела. В операциях использовали эластичные фистульные трубки, которые на поверхности брюшной стенки прикрывали мягкими фартучками. Сок собирали в резиновые баллончики в течение опытов, которые длились от 4 ч до 1 сут. В коротких опытах сравнивали изучаемые показатели во время кормления и голодания. Опытный период совпадал с началом лета (на фоне сезонной линьки), проводили опыты утром.

Из показателей качества кишечного сока (как и поджелудочного сока) нас интересовала активность суммы протеаз, которую измеряли в микрограммах тирозина в 1 мл сока за 1 мин инкубации (М. Л. Ансон в модификации Н. Н. Крыловой). В качестве субстрата использова-

ли белок эритроцитов — гемоглобин. В отличие от опытов с поджелудочным соком и от исследований кишечного сока другими авторами мы проводили 10-минутную инкубацию сока не только в термостате со встряхиванием (in vitro), но и параллельно в полости изолированной кишки (in vivo). Определяли также влияние желчи.

Целостная картина секреторной функции всего кишечника и долевого участие в указанном процессе каждой кишки в отдельности устанавливали расчетным путем, исходя из данных по изолированным отрезкам. С этой целью в конце опытов гусей анатомировали, рассчитывали рабочую площадь слизистой изолированных отрезков кишечника и на основе валовых показателей секреции за 1 ч и за 1 сут определяли секреторную функцию 1 см² слизистой оболочки. На основании размерных показателей всех кишок целиком [5] рассчитывали секреторную функцию отдельных кишок и кишечника в целом.

Подопытные гуси все время (и в период опыта) находились на выгуле в своих семьях. Кормили птицу в соответствии с нормами ВНИТИП. Цифровой материал обрабатывали методом малых выборок.

Результаты

Итоги исследований секреторной функции кишечника и протеолитической активности кишечного сока годовалых гусей в 4-часовых и суточных опытах представлены в табл. 1 и 2.

4-часовые опыты. Из табл. 1 видно, что во всех участках кишечника после кормления, т. е. в нормальных условиях, максимум поступления кишечного сока приходится на 1-й час, к концу опыта секреторная функция заметно ослабевала. Так, разница в секреции между 1-м и 4-м часами в двенадцатиперстной кишке составила 2,06 мл, т. е. уменьшилась на 27 %, в тощей и слепой кишках секреция уменьшилась уже в 2 раза, а в подвздошной — в 3 раза. Подобная закономерность, но при меньшем уровне секреции проявилась и у голодающих гусей. В среднем интенсивность сокоотделения «натошак» была на 27 % меньше, чем у накормленных гусей.

По средним данным, за один утренний час у накормленных гусей больше всего сока выделилось в тощей кишке (29,5 мл), меньше — в

Таблица 1

Сокоотделение в кишечнике у годовалых гусей (мл)

Показатель	Двенадцати* перстная		Тощая		Подвздошная		Слепые	
	Голодание	Кормление	Голодание	Кормление	Голодание	Кормление	Голодание	Кормление
Время исследования:								
1-й час	4,22	9,67	35,10	46,13	6,40	9,45	2,27	2,93
2-й час	3,14	9,38	24,79	27,09	5,45	7,58	2,08	2,13
3—4-й час	7,48	15,22	31,64	44,83	6,68	7,00	1,93	2,67
в т. ч. за 1 ч	3,74	7,61	15,82	22,41	3,34	3,50	0,96	1,33
Всего за опыт (4 ч)	14,84	34,27	91,53	118,05	18,53	24,03	6,28	7,73
Среднее за 1 ч опыта	3,71	8,56	22,88	29,50	4,63	6,00	1,57	1,93
Суточное количество	—	69,62	—	622,42	—	84,83	—	28,57
Среднее за 1 ч суток	—	2,90	—	25,93	—	3,53	—	1,19
Количество сока на 1 кг массы тела	—	18,71	—	147,84	—	19,23	—	6,36
Суточная активность 1 см ² слизистой оболочки	—	0,36	—	2,45	—	0,35	—	0,20

Протеолитическая активность кишечного сока годовалых гусей (мкг/мин)

Время [исследования, ч	Двенадцати- перстная		Тощая		Подвздошная		Слепые	
	Голо- дание	Кормле- ние	Голо- дание	Кормле- ние	Голо- дание	Корм- ление	Голо- дание	Кормле- ние
1-й	0,30	2,78	0,91	0,98	0,38	0,67	0,36	0,89
	12,99	15,11	13,33	10,23	6,16	7,90	4,90	5,17
2-й	2,67	2,78	1,06	1,06	0,39	0,47	0,44	0,67
	11,70	11,33	13,71	12,27	3,76	2,95	6,33	5,79
4-й	0,09	1,89	0,68	0,53	0,97	1,15	0,36	0,49
	10,22	10,99	12,50	12,27	4,19	3,08	3,65	4,90
За 24 (чистый сок)	—	0,87	—	1,06	—	0,48	—	0,35
	—	5,98	—	15,07	—	3,39	—	3,18
За 24 (с желчью)	—	0,90	—	1,40	—	0,55	—	0,40
	—	6,19	—	19,90	—	3,88	—	3,56

Примечание. В числителе — *in vitro*, в знаменателе — *in vivo*.

двенадцатиперстной (8,56 мл) и меньше всего во вздошной (6,0 мл) и слепых (1,93 мл) кишках. Сокоотделение в среднем за 1 ч суток было несколько ниже, чем в среднем за 1 ч утром, с той лишь разницей, что подвздошная кишка по этому показателю поменялась местами с двенадцатиперстной. Следовательно, в утренние часы после ночного голодания секреторная активность кишечника была выше, чем в дневное время. Налицо также дистальный градиент, т. е. после максимальной активности тощей кишки в каудальном направлении секреторная функция кишечника ослабевала.

Протеолитическая активность сока (табл. 2) в утренние часы (в микрограммах тирозина за 1 мин) под влиянием различных факторов (время исследования, голодание, кормление, наличие желчи, условия *in vivo* и *in vitro*) менялась. В отличие от секреции поджелудочного сока фактор приема корма по часам утреннего опыта в условиях как *in vivo*, так и *in vitro* оказывал слабое влияние на активность протеаз по всей длине кишечника. Исключением являлась активность протеаз в 1-й и 4-й часы в двенадцатиперстной кишке (*in vitro*).

Наблюдались значительные различия в протеолитической активности кишечного сока в условиях *in vivo* и *in vitro*. В естественных условиях переваримость белка в двенадцатиперстной кишке в 6,9 выше, тощей — в 14,2, подвздошной — в 7,1 и в слепых — в 9,7 раза выше, чем в искусственных. Это можно объяснить лишь пристеночным пищеварением, когда ферментные системы кишечного сока на протяжении 10-минутной инкубации в полости изолированных кишок контактировали с каемчатым эпителием слизистой оболочки (*in vivo*), чего не наблюдалось в пробирке термостата (*in vitro*). Следовательно, условия *in vivo* в нашем опыте можно принять за полостное пищеварение, разница между показателями *in vivo* и *in vitro* соответствовала показателю пристеночного пищеварения.

Суточные опыты по сбору чистого кишечного сока проводили только на фоне кормления, а при выяснении протеолитической активности сока определяли еще и роль желчи (табл. 1 и 2). Лучше всего проявлялась секреторная функция тощей кишки — 622,5 из 805,0 мл всего кишечного сока. При этом 1 см² стенки тощей кишки за 1 сут продуцировал 2,45 мл сока. Соседние участки тонкого отдела — двенадцатиперстная и подвздошная кишки — значительно уступали по этому показателю и продуцировали соответственно по 0,36 и 0,35 мл сока на единицу площади. Но поскольку длина и диаметр их были неодинаковые, то первая секретировала за сутки 70 мл, последняя — 85 мл со-

ка. Обе слепые кишки в сумме за сутки выделяли только 28,5 мл сока.

Таким образом, для обеспечения пищеварительного процесса за счет кишечного сока на долю тощей кишки приходилось 77,3 % его количества, подвздошной — 10,5, двенадцатиперстной — 8,6, слепых кишок — 3,6 %. Из этого следует, что в суточных опытах также прослеживался дистальный градиент секреторной функции.

Протеолитическую активность кишечного сока исследовали в 3 повторностях из каждой суточной пробы и трехкратно у каждого гуся (3 шт.). В этих опытах, как и в 4-часовых, наивысшая протеолитическая активность была характерна для тощей кишки. В целом за сутки в отличие от утренних часов активность сока в условиях *in vivo* была заметно выше, особенно в присутствии желчи, чем в условиях *in vitro*.

Из сопоставления данных о динамике сокоотделения и ферментобразования (протеолитическая активность) как в коротких, так и в продолжительных опытах ясно, что железистый аппарат слизистой оболочки тощей кишки по сравнению с соседними участками более совершенен для пищеварительного процесса. Это биологически оправдано, ведь тощая кишка — самый длинный и вместительный участок тонкого отдела при относительно коротком кишечнике у птицы и при наличии антиперистальтических волн, способных при необходимости возвращать химус в тощую кишку.

Долевое участие в протеолизе белка корма зависит не только от количества сока, но и от его протеолитической активности. Так, в двенадцатиперстной и подвздошной кишках активность секреции единицы площади одинаковая — 0,36 и 0,35 мл в сутки (табл. 1), а протеолитическая активность первой почти в 2 раза выше — 6,19 против 3,8 мкг/мин (табл. 2). Следовательно, протеазы двенадцатиперстной кишки в какой-то степени выполняют определенную роль в углублении протеолиза корма сразу после выхода содержимого из желудка и до момента смешивания его с поджелудочным соком и желчью в начальном участке тощей кишки. Основные процессы гидролиза белка, по нашим данным, протекают в тощей кишке при смешивании трех пищеварительных соков (поджелудочный, желчь и кишечный), обильно разбавляющих сухое вещество корма. Подвздошная кишка выполняет несколько иную роль, в ней, по результатам наших наблюдений, происходит наиболее интенсивное усвоение аминокислот, а в слепых кишках завершаются процессы и переваривания, и всасывания.

Для составления целостного представления о пищеварении в кишечнике взрослых гусей интересно сравнить переваривающую силу в целом кишечного и поджелудочного сока на примере переваривания гемоглобина в граммах за сутки. Так, поджелудочного сока за сутки выделяется около 40 мл (39,68), а кишечного — в 20 раз больше (805 мл), протеолитическая же активность единицы объема поджелудочного сока почти в 20 раз (18,63) больше, чем кишечного сока. Эти данные получены исходя из единицы объема сока, а не из общего его количества, поэтому для целостного представления о долевом участии того или иного сока в протеолизе корма необходимо произвести расчет.

Доля тирозина (по молекулярной массе — удельный показатель активности) в молекуле гемоглобина составляет 3,3 %. Это позволило нам высчитать количество данного белка (в граммах за сутки), способного гидролизироваться протеазами суточного объема сока. Как показали полученные результаты, смесь поджелудочного и кишечного сока в течение суток может гидролизировать 66,6 г гемоглобина (белка), что практически отвечает требованиям ВНИТИП для удовлетворения потребностей организма взрослых гусей. Из указанного количества белка на долю суммы протеаз кишечного сока приходится 48,15 г, т. е. 72,2 %, а на долю поджелудочного сока — лишь 27,8 %.

Из изложенных выше данных следует, что завершающую стадию глубокого гидролиза кормового белка выполняют ферменты кишечного сока, при этом основную роль играет тощая кишка. В связи с тем что кишечный сок может гидролизировать белка в 2,6 раза больше, чем под-

желудочный сок, то в протеолизе корма первенство, несомненно, должно принадлежать кишечному соку.

Выводы

1. В течение суток у взрослых гусей непрерывно отделяется кишечный сок, в периоды кормления сокоотделение во всех кишках усиливается, особенно в 1-м часу после кормления.

2. Наивысшая секреция сока единицей площади кишечной стенки (1 см²) за сутки характерна для тощей кишки — 2,45 мл, что в 7 раз выше, чем уровень секреции в двенадцатиперстной и подвздошной кишках, и в 12 раз выше, чем в слепых.

3. Суточное количество сока, выделяемого всем кишечником годовалых гусей (805 мл), в 20 раз превышает суточное количество поджелудочного сока (39,68 мл), при этом протеолитическая активность кишечного сока почти в 20 раз ниже, чем поджелудочной железы.

4. Во время кормления по сравнению с голоданием активность кишечных протеаз возрастает на 5 %. В условиях *in vivo* гемоглобин (белок) переваривается в 10 раз лучше, чем в условиях *in vitro*.

5. В протеолизе корма основная функция принадлежит кишечному соку, так как он в течение суток способен гидролизовать в 2,6 раза больше белка, чем сок поджелудочной железы. Ведущую роль при этом играет пищеварительный сок тощей кишки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Айтов С. Н., Газдаров В. М. Адаптивные изменения протеолитической активности слизистой тощей кишки цыплят-бройлеров при дефиците лизина в рационе. — Бюл. ВНИИ физиол., биохимии и питания с.-х. животных, вып. 1, 1976, с. 34—35. — 2. Алиев А. А. Оперативные методы исследования сельскохозяйственных животных. — Л.: Наука, 1974, — 3. Алиев А. А. Современные концепции пищеварительной системы. — Науч. тр. ВНИИ физиол., биохимии и питания с.-х. животных. Боровск, 1985, т. 30, с. 3—9. — 4. Батоев Ц. Ж. Изучение пристеночного и полостного пищеварения в условиях хронического опыта. — Тр. Бурят. СХИ. Ветеринария, 1970, вып. 19, с. 276—281. — 5. Бобылев А. К. Морфологические изменения органов пищеварения у гусей с возрастом. — Изв. ТСХА, 1988, вып. 5, с. 194—197. — 6. Бобылев А. К. Возрастные изменения сосудистого русла органов пищеварения у гусей. — Изв. ТСХА, 1988, вып. 6, с. 166—171. — 7. Воронцов Н. П., Ольнова Р. Ф. К изучению ферментов в химусе кишечника кур. — Матер. IV Поволж. конфер. физиологов, фармакологов и биохимиков. Саратов, 1966, т. 2, с. 406—407. — 8. Даников В. Н. О дуоденальном пищеварении у птиц (кур). — Уч. зап. Хабар. пед. ин-та (Сер. естеств. наук), 1971, т. 34, с. 147—155. — 9. Ермакова В. И. Активность ферментов дуоденального химуса кур в зависимости от pH. — Сб. работ молодых ученых ВНИТИП, 1968, вып. 10, с. 429—432. — 10. Ермакова В. И. Активность ферментов дуоденального химуса кур и цыплят в зависимости от количества принятого корма. — Тр. ВНИТИП, 1969, т. 33, с. 143—153. — 11. Ермакова В. И. Пищеварение и использование питательных веществ корма у цыплят, выращиваемых при прерывистом световом дне в жаркий период года. — Докл. ВАСХНИЛ, 1982, № 1, с. 36—37. — 12. Кадыров У. З., Рянская О. М., Зонтак З. Д. Становление активности кишечных ферментов у кур и голубей в постнатальном онтогенезе. — Узбек. биол. журн., 1980, № 5, с. 35—37. — 13. Калужнов В. Т., Тельманова Г. Н. Пищеварительные процессы в кишечнике цесарок. — Животноводство. Матер. к симпозиуму молодых ученых. Новосибирск, 1968, с. 259—265. — 14. Каниметов А. К. Желудочное и кишечное пищеварение у уток. — Изв. АН КиргССР. Сер. биол. наук, 1959, вып. 1, с. 77—92. — 15. Кузнецов А. К., Щербаков Г. Г. О ферментативной активности тонкой кишки кур в постнатальном онтогенезе. — С.-х. биология, 1971, т. 6, № 2, с. 191—196. — 16. Лойко А. Ф. Активность ферментов дуоденального химуса у кур при разном уровне обменной энергии корма. — С.-х. биология, 1974, т. 9, № 1, с. 119—123. — 17. Некрасова М. А. Влияние сульфалена на секреторно-ферментативную функцию тонкого отдела кишечника кур. — Сб. науч. тр. Ленингр. вет. ин-та, 1983, вып. 76, с. 83—86. — 18. Обухов Л. М. Изменение ферментовыделительной активности кишечника у индеек в норме и при белковой недостаточности. — Науч. тр. Омского вет. ин-та, 1975, вып. 2, с. 154—158. — 19. Поляков И. И. Некоторые данные о поджелудочном и кишечном соке кур. — Докл. ТСХА, 1958, вып. 38, с. 328—333. — 20. Поляков И. И. Переваримость корма в тонких кишках кур. — Изв. ТСХА, 1961, вып. 5, с. 237—240. — 21. Рыбаков Г. Я. Некоторые секреторные и ферментативные процессы тонкого кишечника кур. — Бюл. науч. техн. информ.

ВНИТИП, 1958, № 3, с. 38—43. — 22.
С а л е е в П. Ф. Проблемы интенсификации гусеводства. — Птицеводство, 1984, № 5, с. 4—6. — 23. Самойленко И. С., Филонов К. Е., Сандул Н. А. и др. Постэмбриональное становление ферментообразовательной функции пищеварительных желез у кур и его изменение под влиянием скармливания препаратов слизистой оболочки тонкого кишечника. Сообщение 2. Ферменты слизистой тонкого кишечника. — Пути повышения продуктив-

ности с.-х. животных и птиц. — Одесса, 1980, с. 111—125. — 24. Сидоров И. В. Некоторые закономерности ферментовыделительной функции кишечника птиц. — Тр. МВА, 1965, т. 48, с. 172—178. — 25. Федоровский Н. П., Губарев Ф. А., Никольский Б. С. Пищеварительные процессы в кишечнике индеек. — Птицеводство, 1958, № 1, с. 26—30.

Статья поступила 15 мая 1989 г.

SUMMARY

Secretory function of the whole intestines and of its anatomical sections was determined by calculation. Pure intestinal juice was collected in the morning and during 24 hours by isolating the middle of duodenum, jejunum, iliac and one of blind guts (wholly).

With continuous secretion, the maximum amount of juice was released during the 1-st hour. The secretion on 1 cm² of mucous membrane of jejunum was 7 times higher than that of duodenum and iliac guts and 12 times higher than that of blind guts.