

619

С 288

АКАДЕМИЯ НАУК КАЗАХСКОЙ ССР
ОБЪЕДИНЕННЫЙ УЧЕНЫЙ СОВЕТ
ИНСТИТУТОВ ЗООЛОГИИ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ БИОЛОГИИ

На правах рукописи

Р. М. СЕЙФУЛЛИНА

**АМИЛАЗНАЯ И САХАРАЗНАЯ АКТИВНОСТЬ
СЛИЗИСТОЙ ПИЩЕВАРИТЕЛЬНОГО ТРАКТА
СВИНЕЙ**

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Научные руководители:
академик АН Казахской ССР,
доктор биологических наук,
профессор Н. У. БАЗАНОВА,
кандидат биологических наук,
доцент Т. У. ИЗМАИЛОВ

АЛМА-АТА — 1967

619

С 288

АКАДЕМИЯ НАУК КАЗАХСКОЙ ССР
ОБЪЕДИНЕННЫЙ УЧЕНЫЙ СОВЕТ
ИНСТИТУТОВ ЗООЛОГИИ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ БИОЛОГИИ

На правах рукописи

Р. М. СЕЙФУЛЛИНА

АМИЛАЗНАЯ И САХАРАЗНАЯ АКТИВНОСТЬ
СЛИЗИСТОЙ ПИЩЕВАРИТЕЛЬНОГО ТРАКТА
СВИНЕЙ

18455

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук



Научные руководители:
академик АН Казахской ССР,
доктор биологических наук,
профессор Н. У. БАЗАНОВА,
кандидат биологических наук,
доцент Т. У. ИЗМАИЛОВ

Экспериментальные исследования проводились на кафедре физиологии сельскохозяйственных животных Алма-Атинского зооветинститута. Ректор института профессор М. А. Ермеков, заведующая кафедрой профессор Н. У. Базанова.

Диссертация написана на 159 страницах машинописи и состоит: введение 3 стр.; I глава — обзор литературы — 38 стр.; II глава — методика и объекты исследований — 4 стр.; III, IV главы — данные собственных исследований — 76 стр.; заключение и выводы — 20 стр. и литературный указатель — 15 стр.

Диссертация иллюстрирована 20 таблицами, 19 рисунками. Список литературы включает 136 названий отечественных и 23 иностранных авторов.

Официальные оппоненты:

- 1. Доктор биологических наук, профессор И. А. Беремжанова.
- 2. Доктор ветеринарных наук, профессор С. И. Севастьянов.

Защита состоится . . . *27 мая* . . . 1967 г.

Автореферат разослан 1967 г.

Отзывы просим направлять по адресу: г. Алма-Ата, 72, пр. Абая, 38, Ученому секретарю Объединенного Ученого Совета Институтов зоологии и экспериментальной биологии Академии наук Казахской ССР.

Свиньи по своим биологическим особенностям существенно отличаются от других видов сельскохозяйственных животных. Сравнительно быстрый рост и развитие, раннее достижение физиологической и половой зрелости, многоплодие и способность к быстрому откорму,— все это ставит свиней с экономической и хозяйственной точек зрения на особое место.

Преобладающей формой питательных веществ в рационах свиней является легкопереваримые углеводы, которыми богаты злаковые зерновые, корнеклубнеплоды и молодая трава.

Свиньи благодаря своим откормочным качествам хорошо используют углеводы корма. Известно, что в течение суток в их желудке и тонком отделе кишечника расщепляются до 85% всех углеводов рациона, что свидетельствует об исключительно интенсивном уровне использования питательных веществ. Желудок свиней резко отличается по своему анатомическому строению и физиологическим особенностям от такового других видов сельскохозяйственных животных и относится к желудкам переходного типа между многокамерным и однокамерным.

Необходимо отметить, что особенности пищеварения у свиней по сравнению с другими видами сельскохозяйственных животных изучены недостаточно. Большинство проведенных исследований в этом направлении посвящены главным образом изучению вопросов секреторной и моторной деятельности пищеварительной системы. Судя по этим данным, уровень изученности вопроса не дает возможности научно обосновать сущность интенсивности пищеварительных процессов свиней. Выяснение механизма этого явления представляет интерес и в том смысле, что пищеварительный тракт свиней сравнительно короток и пищевые массы из него довольно быстро эвакуируются.

Как известно, исследования А. М. Уголева и его сотрудников по пристеночному пищеварению касаются лишь лабораторных животных и птиц. Различные аспекты пристеночного пищеварения у сельскохозяйственных животных изучены крайне недостаточно. В литературе имеются некоторые сведения по этому вопросу только в отношении жвачных животных (Т. У. Изманлов, 1965, 1966; Н. У. Базанова, Т. У. Изманлов, 1966; З. Н. Якуш, 1965, 1966; З. Н. Якуш, М. Умарова, 1965; К. Рахимов, 1966; З. И. Скородинский, 1966). Закономерности пристеночного пищеварения у свиней в настоящее время являются не исследованными, новыми, что и определяет актуальность данной проблемы.

В связи с этим мы поставили перед собой задачу: выяснить участие слизистой различных отделов желудочно-кишечного тракта свиней в пристеночном гидролизе питательных веществ.

Надо полагать, что выявление закономерностей пристеночного расщепления питательных веществ, в частности углеводов, позволит выяснить новую, не изученную до настоящего времени сторону деятельности органов пищеварительной системы у свиней, что в свою очередь может служить научным обоснованием для их правильного кормления.

МЕТОДИКА И ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИИ

Наши исследования по изучению возможности пристеночного пищеварения проводились на материалах, взятых у 37 взрослых свиней из Алма-Атинского мясо-консервного комбината.

У свежесбитых животных исследованию подвергались отдельные участки желудка и тонкого отдела кишечника. Так, для исследования желудка были взяты кусочки слепого мешка, фундальной и пилорической зоны, а в тонком отделе кишечника — из двенадцатиперстной, начальной, средней и конечной частей тощей кишки, а также из подвздошной кишки. Затем все эти кусочки двукратно промывались холодным раствором Рингера ($-3-4^{\circ}$) и подвергались ацетонированию.

Дальнейшие анализы на наличие пристеночного гидролиза веществ проводились в лаборатории кафедры физиологии сельскохозяйственных животных Алма-Атинского зооветеринарного института.

Перед инкубацией кусочки пищеварительных органов отмывались от ацетона двукратно холодным раствором Рингера, после чего фиксировались на стеклянной палочке и помещались в соответствующие растворы.

Возрастные особенности пристеночного пищеварения изучались на кусочках пищеварительных органов, взятых у поросят, убитых на кафедре. Опыты по изучению возрастных особенностей пристеночного пищеварения были проведены на поросятах пятидневного, месячного, двух-, трех- и четырехмесячного возраста.

В каждой возрастной группе было по три, а всего 15 поросят. Кусочки органов пищеварения подвергались исследованию на амилазную и сахаразную активность. Для определения амилазной активности перед инкубацией все исследуемые кусочки желудочно-кишечного тракта размером по 2 кв см промывались холодным раствором Рингера, после чего фиксировались на стеклянной палочке и помещались в пробирки с 0,2% раствором крахмала на Рингере. Затем производилась инкубация этих пробирок с их содержанием. Инкубирование проводилось в специальном аппарате при температуре 38--39°C, где пробирки находились в движении. По истечении необходимого времени (10 минут) палочки с кусочками пищеварительных органов извлекались из пробирок. В последующем пробирки для прекращения дальнейшего гидролиза субстрата помещались на холод (в морозильник холодильника), после чего из них бралась жидкость для исследования. Оставшуюся в пробирках жидкость снова инкубировали в аппарате, но теперь уже без кусочков тканей и из них также брали жидкость на исследование.

Степень гидролиза крахмала в пробирках с кусочками пищеварительных органов (условно *in vivo*) и без кусочков (условно *in vitro*) определяли по убыли йод-крахмальной окраски фотометрическим методом Смиг-Роя в модификации А. М. Уголева.

Для определения продолжительности действия ферментов, участвующих в пристеночном пищеварении, нами проводилась серия опытов по исследованию кусочков пищеварительных органов после одночасового, двух- и трехчасового отмывания холодным раствором Рингера.

При исследовании сахаразной активности кусочки желудочно-кишечного тракта брались из тех же участков. Для определения сахаразной активности фиксированные на палочке кусочки пищеварительных органов площадью по

2 кв см помещались в пробирки с 1% сахарозой на растворе Рингера. Затем производилась инкубация этих пробирок с их содержимым таким же способом, как и при определении амилазы.

Сахаразную активность определяли по приросту редуцирующих сахаров в инкубате мышьяково-молибденовым методом Нельсона в модификации А. М. Уголева.

Для установления наличия пристеночного пищеварения у свиней всего было проведено 124 опыта на 52 животных. С целью исследования ферментативной активности слизистой пищеварительных органов было проведено 2624 анализа.

Весь экспериментальный материал, полученный в опытах, был обработан биометрическим способом и установлена его статистическая достоверность.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

1. Пристеночный гидролиз крахмала и сахарозы в пищеварительном тракте взрослых свиней

а) Амилазная активность

Результаты наших исследований показали, что активность кусочков слизистой слепого мешка (кардиальная зона) желудка площадью по 2 см² в гидролизе 0,2% раствора крахмала на Рингере была равна в опытах *in vivo* $0,783 \pm 0,030$ единицам по показанию электрофотокolorиметра (ФЭК-М), что составляет 88,14% гидролизованного крахмала, а *in vitro* — $0,040 \pm 0,006$ единицам или 4,53%. Активность слизистой фундальной зоны желудка составила *in vivo* — $0,774 \pm 0,029$ единиц или 87,1% расщепленного крахмала, а *in vitro* — $0,049 \pm 0,005$ единиц или 5,52%. Гидролиз крахмала слизистой пилорической зоны желудка составил *in vivo* — $0,764 \pm 0,025$ единиц или 85,95% в то время как гидролиз *in vitro* составил $0,060 \pm 0,007$ единиц или 6,77%.

Из этих данных видно что гидролиз крахмала с кусочками различных зон желудка (*in vivo*), происходит в несколько раз больше, чем без кусочков (*in vitro*). Полученные данные свидетельствуют о наличии в разных зонах желудка взрослых свиней пристеночного расщепления крахмала.

При этом выяснилось, что наибольшей амилазной активностью обладает слизистая слепого мешка кардиальной зоны желудка 88,14%.

Ниже приводятся данные по амилазной активности слизистой различных участков тонкого отдела кишечника. Так, например, амилазная активность слизистой двенадцатиперстной кишки равнялась в опытах *in vivo* $0,789 \pm 0,028$ единицам или 88,7%, а *in vitro* — $0,028 \pm 0,003$ единицам или 3,23% гидролизованного крахмала. Из этих данных видно, что в двенадцатиперстной кишке гидролиз крахмала в условиях *in vivo* оказался также в несколько раз больше, чем *in vitro*.

Опыты, проведенные с инкубированием кусочков слизистой различных участков тощей кишки, показали следующее. в ее начальной части гидролиз крахмала составил *in vivo* $0,798 \pm 0,030$ единиц или 89,82%, а *in vitro* — $0,037 \pm 0,004$ единиц или 4,19%, активность средней части в опытах *in vivo* равнялась $0,785 \pm 0,032$ единицам или 88,40%, а *in vitro* — $0,043 \pm 0,0006$ единицам или 4,81%.

Гидролиз крахмала в конечной части тощей кишки *in vivo* был равен $0,792 \pm 0,029$ единицам или 89,15%, а *in vitro* — $0,036 \pm 0,003$ единицам или 4,15%.

Амилазная активность в опытах с кусочками всех трех участков тощей кишки оказалась в несколько раз больше, чем гидролиз без кусочков.

Слизистая подвздошной кишки имеет амилазную активность, равную *in vivo* $0,779 \pm 0,027$ единицам или 87,64%, а *in vitro* — $0,042 \pm 0,004$ единицам или 4,79%, что свидетельствует о наличии и в подвздошной кишке пристеночного расщепления крахмала.

Из вышеприведенных данных видно, что в опытах с инкубированием кусочков различных отделов пищеварительной системы у взрослых свиней пристеночный гидролиз крахмала интенсивно протекает в присутствии кусочков всех исследованных участков, т. е. во всех отделах данные в условиях *in vivo* в несколько раз превышают данные, полученные *in vitro*.

Пристеночный гидролиз крахмала во всех отделах желудочно-кишечного тракта взрослых свиней не имеет резких колебаний и находится почти на одном уровне. Причем величина пристеночного пищеварения в несколько раз больше по сравнению с полостным пищеварением.

Из приведенных данных также видно, что слизистая различных зон желудка, особенно зона слепого мешка обладает почти такой же амилазной активностью, как и различные участки тонкого отдела кишечника. Поскольку слизистая желудка свиней не вырабатывает амиллитических ферментов, то надо полагать, что гидролиз крахмала в желудке свиней

осуществляется действием ферментов микроорганизмов, адсорбированных на его слизистой. Микроорганизмы поступают в желудок вместе с растительными кормами и успевают, по-видимому, фиксироваться в зоне слепого мешка и других зонах желудка.

Кроме того, увеличение пристеночного пищеварения в желудке происходит, по всей вероятности, и за счет адсорбированных ферментов слюны и фитоферментов. Надо полагать, что гидролиз крахмала в пилорической зоне желудка осуществляется, по-видимому, и при участии ферментов, забрасываемых из двенадцатиперстной кишки вместе с ее химусом и адсорбирующихся на его слизистой.

Результаты биометрической обработки показали статистическую достоверность полученных нами данных, где P всегда была меньше 0,0027 ($P < 0,0027$).

б) Сахаразная активность

При исследовании сахаразной активности выявилось следующее: пристеночное расщепление 1% сахарозы на растворе Рингера имело место во всех отделах желудочно-кишечного тракта. Причем сахаразная активность во всех зонах желудка была незначительной. Так, например, в зоне слепого мешка желудка показатели в опытах *in vivo* составили $0,096 \pm 0,012$ единиц или 5,06% гидролизованной сахарозы, а *in vitro* — $0,034 \pm 0,004$ единиц или 1,79%. В фундальной зоне эта активность в условиях *in vivo* равнялась $0,075 \pm 0,012$ единиц или 3,96%, а *in vitro* — $0,038 \pm 0,006$ единицам или 1,21%. В пилорической зоне этот показатель составлял *in vivo* $0,086 \pm 0,019$ единиц или 4,5%, а *in vitro* — $0,031 \pm 0,006$ единиц или 1,66%.

Из этих данных видно, что слизистая всех зон желудка обладает очень незначительной сахаразной активностью.

Далее приводим результаты опытов по выявлению сахаразной активности различных отрезков тонкого отдела кишечника. В частности, сахаразная активность слизистой двенадцатиперстной кишки была равна в опытах *in vivo* — $0,490 \pm 0,067$ единицам, что составляет 25,64% гидролизованного субстрата, а *in vitro* — $0,157 \pm 0,026$ единицам или 8,21%.

Как видно, гидролиз сахарозы в опытах с кусочками двенадцатиперстной кишки в несколько раз превышал гидролиз субстрата без кусочков.

Приведенные материалы показывают, что слизистой двенадцатиперстной кишки свойственно пристеночное расщепление сахарозы.

Сахаразная активность кусочков, взятых из различных участков тощей кишки характеризовалась следующими показателями: в начальной части в условиях *in vivo* — $0,994 \pm 0,070$ единиц, что соответствует 51,9% расщепленного субстрата, а *in vitro* — $0,319 \pm 0,028$ единиц или 16,67%. В средней части кишечника она равнялась *in vivo* — $1,049 \pm 0,081$ единицам или 54,82%, а *in vitro* — $0,311 \pm 0,023$ единицам или 16,27%. В конечной части тощей кишки активность сахаразы составила *in vivo* $0,913 \pm 0,086$ единиц или 47,72%, а *in vitro* — $0,27 \pm 0,030$ единиц или 14,16%.

В опытах с кусочками слизистой подвздошной кишки сахаразная активность была равной *in vivo* $0,858 \pm 0,077$ единицам или 44,86%, а *in vitro* соответственно $0,291 \pm 0,051$ или 15,28%.

Из полученных данных видно, что наибольшей сахаразной активностью обладает слизистая тонкого отдела кишечника. На основании этого можно говорить о том, что в естественных условиях сахараза, поступающая в пищеварительный тракт в основном гидролизуется за счет пристеночного механизма в этом отделе кишечника.

С точки зрения количественной стороны гидролиза исследованного субстрата необходимо указать на сахаразную активность тощей кишки, особенно в ее начальной и средней частях.

Что же касается механизма пристеночного гидролиза сахарозы в пищеварительном тракте свиней, то он, по-видимому, различен в желудке и тонком отделе кишечника.

Надо полагать, что пристеночный гидролиз сахарозы в различных зонах желудка свиней осуществляется, с одной стороны, за счет ферментов микроорганизмов и фитоферментов, а с другой — при участии ферментов, забрасываемых из кишечника.

Пристеночное же расщепление сахарозы в различных отрезках тонкого отдела кишечника, как указывают А. М. Уголев и его сотрудники, осуществляется при участии адсорбированных на микроворсинках из кишечного и поджелудочного соков ферментов. По всей вероятности, аналогичный механизм пристеночного гидролиза сахарозы имеет место и в кишечнике свиней.

Резюмируя представленные данные, хочется отметить важное значение слизистой кишечника свиней в пристеночном гидролизе сахарозы, чего нельзя сказать в отношении слизистой желудка.

в) Зависимость амилазной активности
слизистой от времени
и степени отмывания

Как было указано выше, слизистая желудка свиней не вырабатывает амилолитических ферментов. Поэтому надо полагать, что амилолитическая активность желудка связана с пребыванием в нем микрофлоры, фиксированной на его слизистой, а также наличием адсорбированных ферментов слюны и фитоферментов. С этим обстоятельством, по-видимому, связана и возможность пристеночного гидролиза в отношении крахмала в желудке взрослых свиней.

С целью установления степени прочности фиксации адсорбированных ферментных источников нами были проведены анализы с отрезками слизистой различных зон желудка. У свежее забитых животных с каждой зоны желудка брались по три кусочка слизистой площадью в 2 см^2 и помещались в холодильник. Первые вынимались из холодильника через час, вторые — через два, а последние — через три часа. Все взятые кусочки периодически промывались холодным раствором Рингера ($-3-4^\circ\text{C}$) и исследовались на амилазную активность.

Опыты после часового промывания кусочков слепого мешка желудка показали амилазную активность в условиях *in vivo* $0,984 \pm 0,082$ единиц по показанию ФЭК или $84,88\%$ гидролизованного субстрата, а *in vitro* — $0,092 \pm 0,019$ единиц или $7,82\%$. После двухчасового промывания амилазная активность равнялась *in vivo* $0,954 \pm 0,080$ единицам или $82,35\%$, а *in vitro* — $0,095 \pm 0,012$ единицам или $8,24\%$. После трехчасового промывания слизистой слепого мешка показатели соответственно равнялись $0,886 \pm 0,073$ единицам или $76,46\%$ и $0,166 \pm 0,030$ или $14,3\%$. Из этих данных видно, что после двухчасового промывания холодным раствором Рингера, амилолитическая активность в опытах с кусочками слепого мешка желудка снижается по сравнению с промыванием в течение часа на $2,54\%$, а после трехчасового — на $8,42\%$.

Слизистая фундальной зоны желудка после первого часа промывания имела амилолитическую активность в опытах *in vivo* $0,915 \pm 0,069$ единиц, что составило $78,81\%$ гидролизованного крахмала, а *in vitro* — $0,126 \pm 0,024$ единиц или $10,82\%$. Через два часа после промывания эта активность в опытах *in vivo* была равной $0,884 \pm 0,068$ единицам или $78,26\%$, а *in vitro* — $0,127 \pm 0,027$ единицам или $11,02\%$.

Показатели опытов с трехчасовым отмыванием соответственно были равны: $0,814 \pm 0,061$ единицам или 72,63% и $0,147 \pm 0,020$ единицам или 12,68%.

Приведенные выше данные показывают, что гидролиз крахмала в опытах с кусочками фундальной зоны желудка после двухчасового промывания уменьшился на 2,55%, а после трехчасового — на 6,18% по сравнению с данными, полученными после одночасового промывания.

Амилазная активность слизистой пилорической зоны желудка после часового промывания была равна в опытах *in vivo* $0,956 \pm 0,057$ единицам (82,54%), а *in vitro* — $0,096 \pm 0,002$ единицам или 8,32%.

Показатель активности амилазы через два часа после промывания в условиях *in vivo* составил $0,846 \pm 0,058$ единиц (81,61%), а *in vitro* — $0,105 \pm 0,034$ единиц (9,07%). После трехчасового промывания ферментативная активность слизистой характеризовалась следующими данными: *in vivo* $0,851 \pm 0,054$ единиц (73,46%), а *in vitro* — $0,156 \pm 0,039$ единиц (13,48%).

Эти данные показывают, что амилитическая активность слизистой пилорической зоны желудка после двухчасового отмывания уменьшилась в опытах *in vivo* лишь на 0,93%, а после трехчасового отмывания на 9,08% по сравнению с активностью слизистой после одночасового отмывания.

Таким образом, полученные данные указывают, что амилитическая активность кусочков, взятых из различных зон желудка, после длительного отмывания снижается незначительно, что свидетельствует о довольно прочной фиксации ферментных источников на слизистой желудка.

При исследовании прочности фиксации ферментов, участвовавших в пристеночном пищеварении в тонком отделе кишечника у взрослых свиней, получены следующие данные. Гидролиз крахмала слизистой двенадцатиперстной кишки в опытах *in vivo* после одночасового отмывания составил $1,054 \pm 0,080$ единиц или 90,91% субстрата, а *in vitro* — $0,075 \pm 0,014$ единиц или 6,53%. После двухчасового отмывания кусочков двенадцатиперстной кишки амилазная активность слизистой *in vivo* равнялась $1,019 \pm 0,075$ единицам (87,88%), а *in vitro* — $0,085 \pm 0,016$ единиц (7,35%). После трехчасового отмывания ферментативная активность соответственно была равной *in vivo* $0,876 \pm 0,105$ единицам (75,57%) и *in vitro* — $0,139 \pm 0,010$ единицам (11,13%).

Полученные данные указывают на то, что после двухчасового отмывания гидролиз крахмала в присутствии кусочков двенадцатиперстной кишки уменьшился по сравнению с первым часом на 3,03%, а после трехчасового отмывания — на 15,34%.

Амилолитическая активность слизистой различных отрезков тощей кишки после отмывания холодным раствором Рингера составила: в начальной части тощей кишки после часового отмывания *in vivo* — $1,039 \pm 0,082$ единиц (89,64%), а *in vitro* — $0,065 \pm 0,012$ единиц (5,61%); после двухчасового отмывания *in vivo* — $1,007 \pm 0,078$ единиц или 86,87%, а *in vitro* — $0,080 \pm 0,014$ единиц или 6,99%; после трехчасового отмывания в опытах *in vivo* — $0,900 \pm 0,076$ единиц (77,62%), а *in vitro* — $0,147 \pm 0,017$ единиц (12,76%). Исходя из этих данных, необходимо отметить, что амилолитическая активность слизистой начальной части тощей кишки после двухчасового отмывания уменьшилась в опытах *in vivo* на 2,77%, а после трехчасового — на 12,02% по сравнению с активностью слизистой после одночасового отмывания.

Амилолитическая активность средней части тощей кишки после первого часа отмывания была равной *in vivo* $1,010 \pm 0,084$ единицам (87,17%), а *in vitro* — $0,076 \pm 0,016$ единицам (6,56%). Активность слизистой после двухчасового отмывания составила *in vivo* — $0,960 \pm 0,083$ единиц (82,81%), а *in vitro* — $0,096 \pm 0,019$ единиц (8,33%). Ферментативная активность слизистой по отношению к гидролизу крахмала после трехчасового отмывания была равна: *in vivo* $0,860 \pm 0,083$ единицам (74,24%), а *in vitro* — $0,122 \pm 0,009$ единицам (10,57%). Согласно этим данным уменьшение амилолитической активности после двухчасового отмывания по сравнению с часовым составило 4,39%, а после трехчасового — соответственно 12,93%.

В конечной части тощей кишки амилазная активность слизистой в опытах после первого часа отмывания составила *in vivo* $0,981 \pm 0,071$ единиц (84,86%), а *in vitro* — $0,077 \pm 0,015$ единиц (6,66%).

После двухчасового отмывания кусочки конечной части тощей кишки, по статистически отработанным данным, имели активность, равную *in vivo* $0,935 \pm 0,067$ единицам (80,68%), а *in vitro* — $0,100 \pm 0,019$ единицам (8,69%). После трехчасового отмывания гидролиз крахмала в условиях *in vivo* составил $0,833 \pm 0,063$ единиц или 71,85%, а *in vitro* — $0,135 \pm 0,022$ единиц или 11,7%. Результаты этих исследований указывают

на то, что снижение амилазной активности в конечной части тощей кишки после двухчасового отмывания по сравнению с одночасовым составило 4,18%, а после трехчасового соответственно 13,01%.

Амилазная активность кусочка подвздошной кишки после часового отмывания холодным раствором Рингера была равной *in vivo* $0,921 \pm 0,075$ единицам (79,48%), а *in vitro* — $0,078 \pm 0,009$ единицам (6,79%). Ферментативная активность слизистой после двухчасового отмывания составила в опытах *in vivo* $0,865 \pm 0,065$ единиц (74,67%), а *in vitro* — $0,110 \pm 0,023$ единиц (9,57%). Через три часа отмые кусочки имели амилазную активность, равную *in vivo* $0,770 \pm 0,069$ единицам или 66,42%, а *in vitro* — $0,143 \pm 0,019$ единицам или 12,41%.

Представленные выше материалы свидетельствуют, что гидролиз крахмала с кусочками подвздошной кишки после двухчасового отмывания по сравнению с часовым уменьшился на 4,84%, а после трехчасового отмывания — на 13,06%.

Таким образом, данные опытов по изучению зависимости амилазной активности слизистой от времени и степени отмывания показывают, что амилазная активность кусочков разных зон желудка и различных участков тонкого отдела кишечника после двух- и трехчасового отмывания холодным раствором Рингера снижается также незначительно. Это свидетельствует о том, что ферменты, участвующие в пристеночном гидролизе крахмала, довольно прочно фиксируются на слизистой кишечника и плохо десорбируются. Вследствие этого ферменты, адсорбированные на слизистой желудка и кишечника, проявляют свое действие в течение более длительного времени, чем ферменты, находящиеся в полости желудочно-кишечного тракта. Поэтому они действуют, по всей вероятности, не на одну порцию пищи, а на многие порции, проходящие через данный участок желудка или кишечника. Из этого следует, что пристеночное пищеварение как в желудке, так и в тонком отделе кишечника свиней играет существенную роль в расщеплении питательных веществ, в частности крахмала.

Полученные экспериментальные данные были также обработаны биометрически с установлением статистической достоверности. Во всех опытах достоверность «Р» была меньше, чем 0,0027.

2. Возрастные изменения пристеночного гидролиза углеводов в пищеварительном тракте поросят

а) Амилазная активность

При определении амилазной активности слизистой желудочно-кишечного тракта у поросят выяснилось следующее. У пятидневных поросят гидролиз крахмала в опытах *in vivo* с кусочками слизистой слепого мешка желудка составил $0,643 \pm 0,098$ единиц по показанию ФЭК или 89,55%, а *in vitro* — $0,030 \pm 0,010$ единиц или 4,17%. В опытах с кусочками фундальной зоны желудка *in vivo* было равно $0,548 \pm 0,085$, а *in vitro* — $0,083 \pm 0,019$ единицам. Слизистая пилорической зоны желудка обладала гидролизующей способностью в отношении крахмала, что выражалось в опытах *in vivo* $0,605 \pm 0,076$, а *in vitro* — $0,075 \pm 0,037$ единицам.

Ниже приводим данные по амилазной активности слизистой различных участков тонкого отдела кишечника у этих же поросят. Так, амилазная активность кусочков слизистой двенадцатиперстной кишки в условиях *in vivo* составила $0,585 \pm 0,180$, а *in vitro* — $0,050 \pm 0,011$ единиц.

Кусочки различных отрезков тощей кишки имели следующую амилазную активность: в начальной части в опытах *in vivo* была равна $0,676 \pm 0,098$, а *in vitro* — $0,029 \pm 0,009$ единицам; в средней части тощей кишки амилазная активность в опытах *in vivo* составила $0,680 \pm 0,091$, а *in vitro* — $0,024 \pm 0,013$ единиц. В конечной части тощей кишки она была равной в условиях *in vivo* $0,666 \pm 0,111$, а *in vitro* — $0,033 \pm 0,005$ единицам. Величина пристеночного гидролиза в различных отрезках тощей кишки в процентах составляла соответственно 94,2; 94,57; 92,85, а полостного — 4,03; 3,35 и 4,65.

Амилазная активность кусочков слизистой подвздошной кишки площадью по 2 кв см в опытах *in vivo* составила $0,671 \pm 0,095$, а *in vitro* — $0,023 \pm 0,005$ единиц.

Проведенные нами исследования показали, что уровень гидролиза крахмала в опытах *in vivo* с кусочками всех пищеварительных органов у пятидневных поросят превышает гидролиз *in vitro* в несколько раз. Это свидетельствует о том, что, по-видимому, лишь некоторая часть пищевого субстрата расщепляется за счет ферментов, действующих в полостях пищеварительных органов, а его основная масса гидролизуеться благодаря действию ферментов, фиксированных на поверхности слизистой пищеварительного тракта, т. е. при участии

пристеночного пищеварения. Полученные данные позволяют заключить о том, что слизистая желудка и тонкого отдела кишечника пятидневных поросят обладает ярковыраженным пристеночным пищеварением. В наших опытах наибольший процент гидролиза крахмала в желудке у пятидневных поросят проявляется в зоне слепого мешка и по сравнению с другими участками желудка, где он составил *in vivo* 89,55, а *in vitro* — 4,17. А в фундальной зоне величина гидролиза составила *in vivo* лишь 76,32%, а *in vitro* — 11,59%. Слизистая пилорической зоны желудка обладала амилазной активностью соответственно 84,22% и 10,68%. По всей вероятности, такой неравномерный гидролиз крахмала в различных зонах желудка является результатом различной степени фиксации ферментов к слизистой.

Сравнение амилазной активности различных отделов тонкого кишечника показало, что наибольший пристеночный гидролиз крахмала происходит в начальной и средней частях тощей кишки, что составило *in vivo* 94,2%, 94,57%, а *in vitro* соответственно 4,03%, 3,34%.

У пятидневных поросят амилазная активность слизистой кусочков пищеварительного тракта после часового, двухчасового и трехчасового отмывания холодным раствором Рингера снижается незначительно. Так, в зоне слепого мешка желудка после двухчасового отмывания холодным раствором Рингера амилазная активность слизистой снижается по сравнению с часовым отмыванием на 7%, а после трехчасового отмывания — на 17%. В слизистой двенадцатиперстной кишки после двухчасового отмывания произошло снижение амиллитической активности на 5%, а после трехчасового — на 10%.

Аналогичные данные были получены и в остальных опытах. Из этого можно заключить, что уже у пятидневных поросят довольно прочно фиксируются ферментные источники на поверхности слизистой желудочно-кишечного тракта. И в таком состоянии, очевидно, участвуют в осуществлении пристеночного гидролиза питательных веществ.

У месячных поросят степень пристеночного гидролиза крахмала несколько увеличивается по сравнению с ее уровнем у пятидневных поросят, как на слизистой желудка, так и тонкого отдела кишечника. Полученные данные в этой серии опытов также свидетельствуют о наличии пристеночного гидролиза крахмала в различных зонах желудка у месячных поросят. Причем самая высокая амилазная активность обнаружена в опытах со слизистой слепого мешка.

Повышенная амилазная активность у месячных поросят по сравнению с активностью у пятидневных, по-видимому, связана с увеличением количества пищеварительных соков, поступающих в их желудок. В частности, как известно, с возрастом увеличивается слюноотделение у свиней и содержание в слюне амилазы. С другой стороны, повышение амилазной активности можно объяснить, по-видимому, увеличением количества микроорганизмов, адсорбирующихся довольно прочно на слизистой желудка. Об этом свидетельствуют результаты наших опытов по выявлению прочности фиксации ферментных источников, участвующих в осуществлении пристеночного пищеварения на слизистой желудка.

Амилазная активность слизистой желудочно-кишечного тракта двухмесячных поросят несколько снизилась по сравнению с таковой поросят месячного возраста, за исключением активности слизистой двенадцатиперстной кишки, где она оставалась на прежнем уровне. Уменьшение степени гидролиза крахмала в желудке у двухмесячных поросят, по всей вероятности, зависит от увеличения содержания свободной соляной кислоты в желудочном соке, а также от перехода с молочного питания к растительным кормам.

Исследование степени прочности фиксации ферментов у двухмесячных поросят после двух- и трехчасового отмывания холодным раствором Рингера показало, что амплотическая активность слизистой снижается незначительно. По-видимому, это происходит в результате довольно прочной фиксации микроорганизмов и ферментов к слизистой желудка и тонкого отдела кишечника.

В трехмесячном возрасте поросят наибольшей гидролитической активностью на крахмал обладали инкубированные кусочки слизистой тонкого отдела кишечника. У этих же поросят наблюдается дальнейшее понижение показателей пристеночного расщепления крахмала слизистой желудка, в то время как в тонком отделе кишечника происходит его увеличение по сравнению со степенью пристеночного гидролиза крахмала у двухмесячных поросят. У трехмесячных поросят прочность фиксации ферментов и микроорганизмов к слизистой желудочно-кишечного тракта довольно высокая.

Амилазная активность слизистой желудка поросят в четырехмесячном возрасте резко возрастает по сравнению с ее активностью в трехмесячном возрасте, особенно в пилорической зоне желудка. Если в трехмесячном возрасте гидролиз крахмала в пилорической зоне желудка в опытах *in vivo* со-

ставил 65,94%, то в четырехмесячном возрасте был равен *in vivo* 89,79%.

У поросят четырехмесячного возраста, получивших растительные корма, амилолитические ферменты довольно прочно адсорбируются на поверхности слизистой желудочно-кишечного тракта. За счет большей адсорбции ферментов из пищеварительных соков и микроорганизмов, по-видимому, происходит увеличение степени пристеночного пищеварения, наблюдавшееся в наших опытах.

Таким образом, на основании результатов проведенных опытов можно думать о том, что пристеночный гидролиз крахмала отчетливо выражен с первых же дней жизни поросят во всех отделах желудочно-кишечного тракта и его интенсивность изменяется незначительно в сторону увеличения в течение первого месяца постэмбрионального развития. Затем в двух- и трехмесячном возрасте животных происходит уменьшение степени гидролиза крахмала с последующим ее увеличением в четырехмесячном возрасте. Эти изменения обусловлены, очевидно, с особенностями перестройки функции пищеварительной системы, связанными с переходом поросят на растительное кормление.

Из данных наших опытов вытекает, что фермент амилаза довольно прочно фиксируется на слизистой желудочно-кишечного тракта у поросят во все возрастные периоды. В опытах после часового, двух- и трехчасового отмывания кусочков желудка и тонкого отдела кишечника холодным раствором Рингера активность адсорбированных ферментов и микроорганизмов уменьшалась незначительно. С этим, очевидно, и связано сохранение интенсивности слизистой в пристеночном расщеплении питательного субстрата после продолжительного отмывания.

Как показали исследования, слизистая желудка у поросят в пятидневном возрасте имеет довольно высокую амилолитическую активность, особенно в зоне слепого мешка и фундальной зоне. У месячных поросят амилазная активность слизистой желудка увеличивается в опытах *in vivo*. Это, по-видимому, связано с увеличением поступления ферментов слюны и микроорганизмов в желудок. В двух- и трехмесячном возрасте гидролиз крахмала в желудке поросят в опытах *in vivo* уменьшается. Это уменьшение амилазной активности зависит, очевидно, от увеличения содержания свободной соляной кислоты в желудочном соке в эти возрастные периоды. В дальнейшем увеличение его амилазной активности в четы-

рехмесячном возрасте находится в зависимости, по всей вероятности, от приспособительной функции этих ферментов к условиям среды и пищеварительного субстрата. Во всех возрастных периодах у поросят наибольший пристеночный гидролиз крахмала наблюдается в зоне слепого мешка желудка.

Что же касается амилазной активности слизистой тонкого отдела кишечника, то она была высокой, начиная с момента рождения поросят. Заметное изменение этой активности в сторону увеличения происходит в течение первого месяца жизни поросят и затем она изменяется незначительно. Исходя из данных опытов, можно считать, что гидролиз крахмала осуществляется в тонком отделе кишечника у поросят всех возрастов, в основном, в зоне пристеночного пищеварения.

По-видимому, этот вид гидролиза имеет большое значение с первых же дней рождения поросят, выполняя особенно важную роль в молочный период питания, когда функция главных пищеварительных желез еще далека от совершенства.

б) Сахаразная активность

При определении сахаразной активности выявилось следующее. У поросят в пятидневном возрасте пристеночное расщепление 1,0% сахарозы на растворе Рингера имело место во всех отделах желудочно-кишечного тракта. Причем сахаразная активность во всех взятых для исследования зонах желудка была незначительной. Так, в зоне слепого мешка желудка в опытах *in vivo* было равным $0,036 \pm 0,006$ единицам, а *in vitro* — $0,013 \pm 0,003$. В фундальной зоне гидролиз сахарозы в опытах *in vivo* был равен $0,026 \pm 0,001$ единицам, а *in vitro* — $0,006 \pm 0,0003$. В пилорической зоне эти показатели составляли соответственно $0,073 \pm 0,001$ и $0,016 \pm 0,0003$ единиц. Как видно из представленных данных, у пятидневных поросят наибольшей сахаразной активностью обладает пилорическая зона желудка, которая составила в опытах *in vivo* 5,10%, а *in vitro* — 1,16%.

Сахаразная активность слизистой двенадцатиперстной кишки *in vivo* составила $0,049 \pm 0,0004$ единиц или 6,31%, а *in vitro* — $0,031 \pm 0,0006$ единиц или 2,20%.

Активность сахаразы слизистой тощей кишки составили: в начальной части в опытах *in vivo* $0,570 \pm 0,021$ единиц или 39,75%, а *in vitro* — $0,243 \pm 0,013$ единиц или 16,94%. В сред-

ней части этой кишки активность равнялась in vivo $0,525 \pm 0,023$ единицам или 36,54%, а in vitro — $0,131 \pm 0,007$ единицам или 9,24%. В конечной части тощей кишки активность сахаразы составила в опытах in vivo $0,103 \pm 0,002$ единиц или 7,19%, а in vitro — $0,046 \pm 0,0003$ или 3,75%.

Сахаразная активность слизистой подвздошной кишки в опытах in vivo равнялась $0,115 \pm 0,002$ единицам или 8,0%, а in vitro $0,025 \pm 0,0005$ единицам или 1,74%.

Из этих данных видно, что гидролиз сахарозы с кусочками слизистой желудочно-кишечного тракта (in vivo) протекает несколько активнее, чем без кусочков (in vitro) и что, у новорожденных поросят наибольшей сахаразной активностью обладает слизистая тощей кишки, особенно ее начальная и средняя части.

У месячных поросят сахаразная активность слизистой значительно увеличилась в средней и конечной частях тощей кишки, а также в подвздошной кишке.

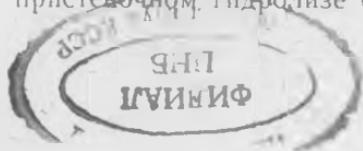
Как известно, в составе растительных кормов содержатся легкопереваримые углеводы, в частности сахарозы. Очевидно, с приемом растительных кормов и связано повышение сахаразной активности слизистой пищеварительного тракта у месячных поросят.

Пристеночный гидролиз сахарозы в двенадцатиперстной кишке у трехмесячных поросят несколько уменьшается по сравнению с таковым в месячном и двухмесячном возрасте.

У поросят четырехмесячного возраста пристеночный гидролиз сахарозы несколько снижается по сравнению с предыдущими возрастными периодами.

Надо полагать, что уменьшение пристеночного гидролиза сахарозы у трехмесячных и четырехмесячных поросят обусловлено, очевидно, со становлением функции главных пищеварительных желез и увеличением интенсивности полостного пищеварения к этому возрастному периоду.

На основании приведенных выше данных необходимо отметить, что степень активности сахаразы слизистой различных отделов пищеварительного тракта у поросят имеет общую закономерность, характерную для всех их возрастных периодов. В частности, наибольшей сахаразной активностью во все возрастные периоды развития поросят обладает слизистая средней части тощей кишки. Второе место по активности занимает конечная часть этой кишки и третье — начальная часть тощей кишки. Затем следуют подвздошная и двенадцатиперстная кишки. В пристеночном гидролизе саха-



55481

розы в желудке поросят наибольшую активность имеет пилорическая и кардиальная зоны.

Таким образом, пристеночный гидролиз сахарозы свойственен слизистой органов желудочно-кишечного тракта с самых ранних периодов постнатального развития поросят. Подтверждением этого положения служат данные наших опытов с инкубированием слизистой пищеварительного канала у пятидневных поросят. Причем по-разному проявляется сахаразная активность слизистой желудка и тонкого отдела кишечника.

Из представленных материалов видно, что роль слизистой желудка в пристеночном гидролизе сахарозы крайне незначительна. Что же касается степени сахаразной активности слизистой тонкого отдела кишечника, то она довольно значительна в различные периоды роста и развития поросят. Иначе говоря, большая часть сахарозы, поступающей в тонкий кишечник свиней, очевидно, гидролизуется при участии пристеночного механизма расщепления. Особенно необходимо отметить сахаразную активность слизистой тощей и подвздошной кишок.

Материалы проведенных нами исследований позволяют нам сделать следующие.

ВЫВОДЫ

1. Слизистой желудочно-кишечного тракта свиней свойственно пристеночное пищеварение.
2. Пристеночный гидролиз крахмала осуществляется во всех отделах желудочно-кишечного тракта, причем в разных отделах его степень почти одинаковая.
3. Слизистая желудка свиней в пристеночном гидролизе крахмала выполняет не меньшую роль, чем тонкий отдел кишечника. Особо важное значение в пристеночном гидролизе крахмала выполняет слизистая слепого мешка желудка.
4. Пристеночный гидролиз сахарозы осуществляется в основном слизистой тонкого отдела кишечника. Наиболее активный пристеночный гидролиз сахарозы происходит в тощей кишке, особенно в ее средней части.
5. Незначительный пристеночный гидролиз сахарозы осуществляется и в слизистой желудка свиней, в частности в слепом мешке.
6. Способность слизистой органов пищеварения осуществлять пристеночный гидролиз питательных веществ, в частно-

сти углеводов, проявляет свое действие с ранних периодов постнатального развития поросят.

7. Слизистая желудочно-кишечного тракта поросят с первых дней рождения обладает ярко выраженной амилазной и сахаразной активностью.

8. Ферментные источники, участвующие в пристеночном гидролизе питательных веществ, довольно прочно фиксируются к слизистой желудочно-кишечного тракта свиней.

9. Прочность фиксации ферментных источников к слизистой органов пищеварения наблюдается с первых дней рождения поросят.

СПИСОК

работ, опубликованных по теме диссертации

1. О пристеночном гидролизе крахмала в желудочно-кишечном тракте свиней. Материалы III-ей конференции физиологов Средней Азии и Казахстана, 1966, Душанбе.
2. О пристеночном гидролизе сахарозы в желудочно-кишечном тракте свиней. «Известия АН КазССР», серия биологическая, № 1, 1967.
3. Возрастные изменения пристеночного гидролиза крахмала у свиней. «Известия АН КазССР», серия биологическая, № 3, 1967.

Сданы в печать:

1. Пристеночный гидролиз сахарозы в зависимости от возраста свиней. Юбилейный труд Казахского сельскохозяйственного института, 1967.
2. Материалы по изучению пристеночного гидролиза углеводов в пищеварительном тракте свиней. Юбилейный труд Алма-Атинского зооветеринарного института, 1967.

Материалы диссертации доложены:

1. На конференции физиологов Средней Азии и Казахстана, г. Душанбе, 1966.
2. На заседании научно-методической конференции кафедр биологического цикла Алма-Атинского зооветеринарного института, декабрь 1966 г.

Р. М. Сейфуллина

АМИЛАЗНАЯ И САХАРАЗНАЯ АКТИВНОСТЬ
СЛИЗИСТОЙ ПИЩЕВАРИТЕЛЬНОГО ТРАКТА СВИНЕЙ

УГ05851. Подписано в печать 20/IV-1967 г. Объем 1,5 п. л.
Формат бумаги 60×84¹/₁₆. Тираж 250 экз.

г. Алма-Ата. Типография № 2. Заказ № 448