

МОРФОЛОГИЯ И ОНТОГЕНЕЗ ЖИВОТНЫХ

СИСТЕМА АЦЕТИЛХОЛИН-АЦЕТИЛХОЛИНЭСТЕРАЗА В ЖЕЛУДКЕ У РАЗНОВОЗРАСТНЫХ ПОРОСЯТ

Н.Г. Игнатьев, Д.П. Мишина

Кафедра биологии и экологии
Чувашская государственная сельскохозяйственная академия
ул. Карла Маркса, 29, Чебоксары, Россия, 428003

В работе представлены результаты исследований по изучению становления системы ацетилхолин-ацетилхолинэстераза в желудке у поросят в возрасте 1, 10, 21, 30, 60 и 120 суток. Установлены закономерности возрастных изменений содержания медиатора ацетилхолина и активности фермента ацетилхолинэстеразы в разных частях желудка: дивертикул, кардиальная, фундальная, пилорическая. Выяснено, что возрастные изменения показателей системы ацетилхолин-ацетилхолинэстераза имеют неравномерный, гетерохронный характер. Относительная стабилизация активности ацетилхолинэстеразы в тканях исследуемых частей желудка у поросят обеих групп происходит с двухмесячного возраста, концентрация ацетилхолина в тканях кардиальной и фундальной частей желудка относительно стабилизируется с одно- и двухмесячного возраста, а в тканях дивертикула и пилорической части желудка относительная стабилизация содержания медиатора в исследуемый период жизни поросят не выявляется.

Ключевые слова: ацетилхолин, ацетилхолинэстераза, поросята, желудок, возрастные изменения показателей системы ацетилхолин-ацетилхолинэстераза.

За последние десятилетия в научной литературе сложилось современное представление об автономной нервной системе, согласно которому она делится на симпатическую, парасимпатическую и метасимпатическую. Метасимпатическая нервная система [9] представляет собой местную иннервацию висцеральных систем. Энтеральная часть метасимпатической нервной системы включает пищеводный, желудочный и кишечный участки. В них находятся три взаимосвязанные нервные сплетения: подсерозное, межмышечное (ауэрбаховское) и подслизистое (мейснеровское).

В желудке подсерозное сплетение состоит из мелких, плотно расположенных скоплений нервных клеток. Они локализируются в фундальной части большой кривизны желудка. Межмышечное сплетение находится между продольным и циркулярным мышечными слоями. Оно простирается от дна желудка к пилорусу, от большой кривизны желудка к малой [10].

Многочисленными исследованиями обнаружено, что большая часть ганглиев межмышечного, подслизистого и подсерозного сплетений желудка состоят из холинергических нервных клеток, которые обеспечивают передачу нервного возбуждения через холинергические синапсы.

В холинергических синапсах передача нервного возбуждения обеспечивается посредством медиатора ацетилхолина (АХ). Ферментом, разрушающим этот медиатор, является ацетилхолинэстераза (АХЭ). Ацетилхолин находится в синаптических пузырьках синапса, ацетилхолинэстераза расположена на наружной поверхности постсинаптической мембраны синапса [8].

В научной литературе постоянно накапливаются сведения, которые показывают, что влияние медиатора ацетилхолина на эффекторные клетки пищеварительных органов связано со многими биологически активными веществами. Обнаружено, что аденозинтрифосфорная кислота (АТФ) в холинергических синапсах упакована вместе с медиатором АХ. В ответ на нервный импульс АТФ синхронно с АХ освобождается из везикул.

Авторы [3] полагают, что везикулярная АТФ в холинергических синапсах является модулятором: в пресинаптической мембране она ограничивает секрецию АХ, а в постсинаптической мембране, наоборот, увеличивает действие медиатора.

В литературе встречается немало работ, свидетельствующих о связи АХ с серотонином. Установлено, что серотонин в органах пищеварения стимулирует эффекторные холинергические нейроны, усиливает выход ацетилхолина из синапсов [12]. Также известен ряд работ, в которых действие АХ связывается с оксидом азота [4]. Авторы работ пришли к выводу, что в нервно-мышечных синапсах окись азота проявляет свое влияние как ингибитор АХ.

Единственная функция АХЭ состоит в разрушении АХ в нервных синапсах и в других структурах. По представлениям отдельных авторов [5], АХЭ выполняет двоякую функцию: 1) обеспечивает надежное проведение нервных импульсов; 2) служит для пре- и постсинаптической модуляции нервно-мышечной передачи через изменение уровня АХ в синаптической щели.

В последние годы в научной литературе накапливаются сведения, свидетельствующие о том, что АХЭ является показателем резистентности общего адаптационного синдрома после воздействия на животных различных стрессовых факторов (ионизирующего излучения, хирургических операций, аварий, катастроф и др.). Также показано, что степень угнетения активности АХЭ в организме находится в линейной зависимости от дозы и длительности воздействия ингибиторов. В связи с этим отдельные авторы предлагают использовать уровень активности АХЭ как критерий степени поражения фосфорорганическими веществами [2; 7].

В связи с многогранной ролью системы ацетилхолин-ацетилхолинэстераза в метасимпатической нервной системе, главным образом ее участием в регулировании моторной и секреторной функций органов пищеварения, а также в обеспечении обменных процессов в органах пищеварения совместно с другими регуляторными системами мы посвятили настоящую работу определению закономерностей становления системы ацетилхолин-ацетилхолинэстераза в одном из ведущих

органов пищеварения — желудке — у разновозрастных поросят крупной белой породы. Учитывая, что межпородное скрещивание положительно влияет на рост и развитие помесных животных, мы также выяснили особенности становления изучаемой системы в желудке у разновозрастных помесных поросят.

Материал, методика и условия проведения исследований. Экспериментальную часть исследований и научно-производственные опыты выполнили в условиях свиноводческой фермы УНПЦ «Студгородок» и биохимической лаборатории кафедры биологии и экологии Чувашской государственной сельскохозяйственной академии.

Для проведения исследований отобрали двенадцать свиноматок крупной белой породы, имевших по 2—4 опороса. Из них 6 свиноматок скрещивали с хряком крупной белой породы и 6 свиноматок — с хряком породы «дюрок». Отъем поросят проводили в возрасте 2 месяцев.

Свиноматок с поросятами содержали в одном свинарнике в одинаковых условиях с обеспечением необходимых зоогигиенических требований. Кормили их с учетом возраста и живой массы по концентратно-картофельному типу без использования биологически активных добавок. Рационы сбалансировали по основным питательным веществам, витаминам, макро- и микроэлементам в соответствии с рекомендуемыми нормами [11].

Для исследований использовали хрячков крупной белой породы и помесей в возрасте 1, 10, 21, 30 суток и боровков в возрасте 60 и 120 суток. Поросят подбирали по принципу аналогов с учетом клинико-физиологического состояния, возраста и живой массы. Животных декапитировали, извлекали органы пищеварения, очищали их от химуса, определяли массу, длину и высоту желудка. Отбирали пробы тканей из разных частей желудка, замораживали их в жидком азоте для дальнейших исследований.

Для определения концентрации АХ и активности АХЭ пробы тканей дивертикулы, кардиальной, фундальной и пилорической частей желудка взвешивали, гомогенизировали с кварцевым песком в гомогенизаторе, гомогенат разбавляли в физрастворе 1 : 4. Концентрацию АХ определяли биохимическим методом И.В. Шуцкого [15], активность АХЭ — биохимическим методом С. Хестрина в модификации А.Н. Панюкова [13]. Расчет содержания АХ и активности АХЭ проводили по калибровочным графикам и соответственно выражали в мкмоль/грамм сырой ткани и мкмоль/грамм сырой ткани в час.

Результаты исследований. Полученные нами данные показывают, что поросята крупной белой породы и помесные рождаются с разным содержанием АХ (мкмоль/г) и активностью АХЭ (мкмоль/г · ч) в тканях дивертикула, кардиальной, фундальной и пилорической частей желудка (табл. 1, 2).

Наименьшее содержание АХ (табл. 1) у односуточных поросят крупной белой породы определяется в тканях дивертикула ($1,46 \pm 0,08$), наибольшее — пилорической части ($2,11 \pm 0,12$), а в тканях кардиальной и фундальной частей уровень АХ занимает промежуточное положение: соответственно $1,67 \pm 0,04$ и $1,77 \pm 0,14$.

**Содержание ацетилхолина и активность ацетилхолинэстеразы
в разных частях желудка у поросят крупной белой породы**

Части желудка	Показатель	Возраст, сутки					
		1	10	21	30	60	120
Дивертикул	АХ	1,46 ± 0,08	1,83 ± 0,09	1,27 ± 0,09	1,97 ± 0,15	1,08 ± 0,04	0,73 ± 0,05
	АХЭ	0,81 ± 0,11	0,91 ± 0,08	1,37 ± 0,07	0,84 ± 0,06	0,63 ± 0,04	0,77 ± 0,09
Кардиальная	АХ	1,67 ± 0,04	1,88 ± 0,07	2,16 ± 0,09	1,84 ± 0,08	0,79 ± 0,09	0,71 ± 0,06
	АХЭ	1,32 ± 0,08	0,98 ± 0,09	0,68 ± 0,04	0,64 ± 0,02	1,09 ± 0,09	0,99 ± 0,02
Фундальная	АХ	1,77 ± 0,14	1,12 ± 0,07	1,54 ± 0,09	0,92 ± 0,08	1,01 ± 0,06	0,96 ± 0,04
	АХЭ	1,41 ± 0,04	1,11 ± 0,06	0,82 ± 0,08	0,85 ± 0,03	0,55 ± 0,04	0,59 ± 0,09
Пилорическая	АХ	2,11 ± 0,12	0,77 ± 0,04	0,56 ± 0,06	1,58 ± 0,08	2,03 ± 0,13	0,76 ± 0,09
	АХЭ	1,07 ± 0,03	0,58 ± 0,07	0,89 ± 0,04	0,65 ± 0,07	1,14 ± 0,09	1,05 ± 0,06

У десятисуточных поросят наибольшие и примерно равные величины АХ выявляются в тканях дивертикула и кардиальной части: соответственно $1,83 \pm 0,09$ и $1,88 \pm 0,07$, а наименьшая — пилорической части желудка ($0,77 \pm 0,04$). Расчеты свидетельствуют, что в течение первых девяти суток жизни поросят концентрация медиатора возрастает в тканях дивертикула на 25,3%, $p < 0,05$, кардиальной — на 12,6%, $p < 0,05$, фундальной — уменьшается на 36,7%, $p < 0,01$, в пилорической — уменьшается на 63,5%, $p < 0,001$.

У трехнедельных поросят наименьшее содержание АХ обнаруживается в тканях пилорической части желудка ($0,56 \pm 0,06$), наибольшее — кардиальной части ($2,16 \pm 0,09$), промежуточное положение в этом возрастном сроке концентрация АХ занимает в тканях дивертикула и фундальной части: соответственно $1,27 \pm 0,09$ и $1,54 \pm 0,09$. В течение последующих одиннадцати суток жизни поросят в тканях дивертикула концентрация медиатора уменьшается на 30,6%, $p < 0,01$, и пилорической части — на 27,3%, $p < 0,05$, а в тканях кардиальной и фундальных частей, наоборот, она повышается соответственно на 14,9%, $p < 0,05$, и на 37,5%, $p < 0,05$.

У месячных поросят наименьшая концентрация медиатора выявляется в тканях фундальной части желудка ($0,92 \pm 0,08$), а в тканях других частей желудка уровень АХ выше и определяется примерно в равных величинах: соответственно $1,97 \pm 0,15$, $1,84 \pm 0,08$ и $1,58 \pm 0,08$. С трехнедельного по месячный возраст жизни поросят исследуемый показатель в тканях дивертикула и пилорической части повышается соответственно на 55,1%, $p < 0,01$, и на 182,1%, $p < 0,001$. В тканях кардиальной и фундальной частей за этот промежуток жизни поросят концентрация АХ уменьшается соответственно на 14,8%, $p < 0,05$, и на 40,3%, $p < 0,01$.

У двухмесячных поросят наименьший уровень АХ определяется в тканях кардиальной части ($0,79 \pm 0,09$), наибольший — пилорической части ($2,03 \pm 0,13$) желудка, промежуточное положение содержания медиатора в этот возрастной срок поросят занимает в тканях дивертикула ($1,08 \pm 0,04$) и фундальной части ($1,01 \pm 0,06$). В течение месяца жизни поросят, с месячного по двухмесячный возраст, исследуемый показатель уменьшается в тканях дивертикула на 45,2%,

$p < 0,01$, кардиальной части — на 57,1%, $p < 0,001$. В тканях пилорической части за этот промежуток жизни поросят концентрация АХ увеличивается на 28,5%, $p < 0,05$, а в тканях фундальной части сохраняется на уровне месячного возраста.

У четырехмесячных поросят уровень АХ в тканях дивертикула, кардиальной и пилорической частей примерно равный, соответственно $0,73 \pm 0,05$, $0,71 \pm 0,06$ и $0,76 \pm 0,09$, в тканях фундальной части он выше и составляет $0,96 \pm 0,04$.

В течение двух месяцев жизни поросят, с двух- по четырехмесячный возраст, в тканях дивертикула этот показатель снижается на 32,4%, $p < 0,01$, пилорической части — на 62,6%, $p < 0,001$, а в тканях кардиальной и фундальной частей желудка уровень АХ одинаковый по сравнению с двухмесячным возрастом.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют, что возрастные изменения содержания АХ в тканях дивертикула, кардиальной, фундальной и в пилорической частях желудка имеют неравномерный, гетерохронный характер. Наиболее интенсивно концентрация медиатора в тканях дивертикула изменяется с трехнедельного по месячный возраст (увеличивается на 55,1%) и с месячного по двухмесячный возраст (уменьшается на 45,2%).

Интенсивность возрастных изменений содержания АХ с первого по десятые сутки жизни поросят (содержание АХ возрастает на 25,3%), с десятого по двадцать первые сутки (увеличивается на 30,6%) и с двухмесячного по четырехмесячный возраст (повышается на 32,4%) менее выражена и имеет более равномерный характер. В тканях кардиальной части наивысшая интенсивность возрастных изменений обнаруживается с месячного по двухмесячный возраст (содержание АХ уменьшается на 57,1%). В другие промежутки жизни поросят в тканях этой части желудка интенсивность возрастных изменений концентрации медиатора невысокая и колеблется от 10,1 до 14,9%.

В тканях фундальной части более выраженная интенсивность возрастных изменений этого показателя выявляется в следующие промежутки жизни: с суточного по 10-суточный (падает на 36,7%), с 10- по 21-суточный (увеличивается на 37,5%) и с 21- по 30-суточный (уменьшается на 40,3%).

В тканях пилорической части наивысшая интенсивность возрастных изменений выявляется с трехнедельного по месячный возраст (увеличивается в 2,8 раза). В такие промежутки жизни, как с первого по десятые сутки (уменьшается в 1,6 раза) и с двухмесячного по четырехмесячный возраст (уменьшается в 1,6 раза), интенсивность возрастных изменений также существенная.

Относительная стабилизация концентрации медиатора в тканях фундальной части желудка выявляется с месячного, в тканях кардиальной части — с двухмесячного возраста. В тканях дивертикула и пилорической части желудка в исследуемый период жизни поросят относительная стабилизация концентрации АХ не обнаруживается.

У односуточных поросят крупной белой породы активность АХЭ (табл. 1) наивысшая в тканях кардиальной ($1,32 \pm 0,08$) и фундальной ($1,41 \pm 0,04$) частей, низкая в тканях дивертикула ($0,81 \pm 0,11$), а промежуточное положение она занимает в тканях пилорической части ($1,07 \pm 0,03$).

У десятисуточных поросят в тканях пилорической части обнаруживается самая низкая активность АХЭ ($0,58 \pm 0,07$), в тканях остальных частей желудка она выше и примерно одинакова: дивертикула ($0,91 \pm 0,08$), кардиальной ($0,98 \pm 0,09$) и фундальной ($1,11 \pm 0,06$). В течение первых девяти суток жизни поросят активность АХЭ падает в тканях кардиальной на 25,8%, $p < 0,05$, фундальной — на 21,3%, $p < 0,01$, и пилорической — на 45,8% $p < 0,001$, а в тканях дивертикула за этот промежуток жизни поросят она существенно не изменяется.

У трехнедельных поросят активность АХЭ в тканях дивертикула возрастает и достигает высокого уровня ($1,37 \pm 0,07$), на промежуточном уровне определяется в тканях фундальной ($0,82 \pm 0,08$) и пилорической ($0,89 \pm 0,04$) частей, а самый низкий уровень выявляется в тканях кардиальной части ($0,68 \pm 0,04$). С десятисуточного по трехнедельный возраст активность АХЭ возрастает в тканях дивертикула на 50,5%, $p < 0,01$, пилорической части — на 53,4%, $p < 0,01$, а в тканях кардиальной и фундальной частей падает соответственно на 30,6%, $p < 0,05$, и на 26,1%, $p < 0,05$.

У месячных поросят в тканях всех частей желудка активность АХЭ определяется примерно в равных величинах: дивертикула ($0,84 \pm 0,06$), фундальной ($0,85 \pm 0,03$), кардиальной ($0,64 \pm 0,02$) и пилорической ($0,65 \pm 0,07$). В течение девяти суток жизни поросят активность АХЭ в тканях дивертикула и пилорической части понижается соответственно на 38,7%, $p < 0,01$, и на 27,0%, $p < 0,05$, а в тканях других частей желудка активность АХЭ сохраняется на уровне двадцатиодносуточных.

У двухмесячных поросят самая высокая активность АХЭ определяется в тканях пилорической ($1,14 \pm 0,09$) и кардиальной ($1,09 \pm 0,09$) частей, в тканях фундальной части и дивертикула она намного ниже, соответственно $0,55 \pm 0,04$ и $0,63 \pm 0,04$. С месячного по двухмесячный промежуток жизни поросят активность фермента повышается в тканях кардиальной на 70,3%, $p < 0,01$, и пилорической — на 75,4%, $p < 0,01$, а в тканях дивертикула она снижается на 25,0%, $p < 0,05$, фундальной части — на 35,3%, $p < 0,001$.

У четырехмесячных поросят самый низкий уровень фермента обнаруживается в тканях фундальной части ($0,59 \pm 0,09$) и дивертикула ($0,77 \pm 0,09$), более высокий уровень в тканях кардиальной ($0,96 \pm 0,04$) и пилорической ($1,05 \pm 0,06$) частей желудка. В течение двухмесячного промежутка жизни поросят, с двухмесячного по четырехмесячный возраст, в тканях всех частей желудка активность АХЭ существенно не изменяется.

Наиболее существенная интенсивность возрастных изменений активности АХЭ в тканях дивертикула выявляется в следующие промежутки жизни поросят: с десятисуточного по трехнедельный (возрастает на 50,5%) и с трехнедельного по месячный (падает на 38,7%), а в остальные промежутки жизни поросят в этой части желудка интенсивность возрастных изменений активности фермента незначительная и колеблется от 12,3 до 25,0%.

В кардиальной части желудка наивысшая интенсивность возрастных изменений выявляется с месячного по двухмесячный возраст (увеличивается на 70,3%),

с односуточного по десятисуточный (уменьшается на 25,8%) и с десятисуточного по трехнедельный (падает на 30,6%).

В тканях фундальной части интенсивность возрастных изменений активности фермента во всех исследуемых промежутках жизни поросят невысокая, колеблется в пределах от 21,3 до 35,3%. В тканях пилорической части значительная интенсивность возрастных изменений активности АХЭ выявляется с месячного по двухмесячный промежуток жизни поросят (возрастает на 75,4%), с десятисуточного по трехнедельный возраст (увеличивается на 53,4%), а с суточного по десятисуточный (падает на 45,8%) она менее выражена.

Относительная стабилизация активности АХЭ в тканях всех частей желудка у поросят крупной белой породы обнаруживается с двухмесячного возраста.

Данные о возрастных изменениях содержания АХ (мкмоль/г) и активности АХЭ (мкмоль/г · ч) в разных частях желудка у помесных поросят представлены в табл. 2.

Таблица 2

Содержание ацетилхолина и активность ацетилхолинэстеразы в разных частях желудка у помесных поросят

Части желудка	Показатель	Возраст, сутки					
		1	10	21	30	60	120
Дивертикул	АХ	1,68 ± 0,11	2,16 ± 0,13	1,64 ± 0,06	0,64 ± 0,02	2,63 ± 0,13	0,69 ± 0,03
	АХЭ	0,79 ± 0,09	0,85 ± 0,08	1,13 ± 0,05	0,61 ± 0,02	0,99 ± 0,04	0,91 ± 0,08
Кардиальная	АХ	1,12 ± 0,07	1,44 ± 0,05	0,92 ± 0,03	0,64 ± 0,02	0,96 ± 0,05	1,07 ± 0,04
	АХЭ	1,44 ± 0,07	0,68 ± 0,04	0,65 ± 0,01	0,96 ± 0,03	0,63 ± 0,06	0,72 ± 0,04
Фундальная	АХ	1,67 ± 0,09	0,83 ± 0,05	1,17 ± 0,08	0,71 ± 0,04	1,26 ± 0,09	1,07 ± 0,04
	АХЭ	1,39 ± 0,05	0,96 ± 0,04	0,46 ± 0,03	0,87 ± 0,06	0,95 ± 0,05	1,01 ± 0,07
Пилорическая	АХ	2,12 ± 0,14	1,58 ± 0,08	0,72 ± 0,04	0,67 ± 0,02	2,78 ± 0,14	1,85 ± 0,07
	АХЭ	1,14 ± 0,13	1,25 ± 0,08	0,81 ± 0,02	0,88 ± 0,04	1,21 ± 0,07	1,19 ± 0,08

По уровню содержания ацетилхолина у помесных односуточных поросят части желудка в возрастающем порядке располагаются так: кардиальная (1,12 ± 0,07), фундальная (1,67 ± 0,09), дивертикул (1,68 ± 0,11) и пилорическая (2,12 ± 0,14).

В десятисуточном возрасте поросят самое низкое содержание АХ выявляется в тканях фундальной части желудка (0,83 ± 0,05), самое высокое — в тканях дивертикула (2,16 ± 0,13), а в тканях кардиальной и пилорической частей оно примерно одинаковое: соответственно 1,44 ± 0,05 и 1,58 ± 0,08. В течение первых девяти суток жизни поросят в тканях дивертикула концентрация АХ возрастает на 28,6%, $p < 0,05$, кардиальной части также на 28,6%, $p < 0,05$, а в тканях фундальной и пилорической частей снижается соответственно на 50,3%, $p < 0,001$, и на 25,5%, $p < 0,05$.

В трехнедельном возрасте наибольшая концентрация АХ обнаруживается в тканях дивертикула (1,64 ± 0,06), низкая — в тканях кардиальной (0,92 ± 0,03) и пилорической (0,72 ± 0,04) частей, промежуточное положение занимает в тканях фундальной части (1,17 ± 0,08). В течение одиннадцати суток жизни поросят в тканях кардиальной, пилорической частей и дивертикула уровень АХ понижа-

ется соответственно на 36,1%, $p < 0,001$, на 54,4%, $p < 0,001$, и на 24,1%, $p < 0,05$, а в фундальной части он возрастает на 41,0%, $p < 0,05$.

В месячном возрасте в тканях всех частей желудка содержание медиатора примерно одинаковое: дивертикула ($0,64 \pm 0,02$), кардиальной ($0,64 \pm 0,02$), фундальной ($0,71 \pm 0,04$) и пилорической ($0,67 \pm 0,02$). С трехнедельного по месячный возраст в тканях дивертикула содержание АХ уменьшается на 61,1%, $p < 0,001$, кардиальной — на 30,4%, $p < 0,001$, фундальной — на 39,3%, $p < 0,01$. В пилорической части желудка оно равно трехнедельным.

В двухмесячном возрасте самое высокое содержание АХ определяется в тканях пилорической части ($2,78 \pm 0,14$) и дивертикула ($2,63 \pm 0,13$), в фундальной части оно имеет промежуточное значение ($1,26 \pm 0,09$), а в тканях кардиальной части ($0,96 \pm 0,05$) — самое низкое. С месячного по двухмесячный промежуток жизни поросят в тканях дивертикула концентрация медиатора увеличивается в 4,1 раза, $p < 0,001$, пилорической части желудка — в 4,1 раза, $p < 0,001$, кардиальной — в 1,5 раза, $p < 0,01$, фундальной — в 1,8 раза, $p < 0,01$.

В четырехмесячном возрасте содержание АХ наивысшее в тканях пилорической части желудка ($1,85 \pm 0,07$), наименьшее — в тканях дивертикула ($0,73 \pm 0,05$). В тканях кардиальной и фундальной частей концентрация медиатора имеет промежуточное значение, она в обеих частях равная ($1,07 \pm 0,04$). Расчеты свидетельствуют, что с двухмесячного по четырехмесячный возраст уровень медиатора падает в тканях дивертикула на 73,8%, $p < 0,001$, пилорической — на 33,5%, $p < 0,01$, а в тканях кардиальной и фундальной частей сохраняется на уровне двухмесячных.

Таким образом, в тканях разных частей желудка у помесных поросят, также как и у чистопородных, с возрастом содержание АХ изменяется неравномерно, гетерохронно. В тканях дивертикула количество медиатора наиболее интенсивно изменяется с месячного по двухмесячный возраст (увеличивается в 4,1 раза), менее интенсивно — с 21- по 30-суточный (снижается на 61,0%) и с двух- по четырехмесячный возраст (падает на 73,8%). В тканях кардиальной части интенсивность возрастных изменений содержания АХ в течение первого месяца жизни у помесных поросят относительно невысокая (от 28,6 до 36,1%), в течение других промежутков жизни поросят она низкая (от 1,5 до 11,5%). В тканях фундальной части желудка наивысшая интенсивность возрастных изменений концентрация медиатора определяется с одно- по двухмесячный возраст (увеличивается в 1,8 раза). В течение первого месяца жизни она колеблется от 39,3 до 50,3%. В тканях пилорической части желудка высокая интенсивность возрастных изменений выявляется с месячного по двухмесячный возраст (увеличивается в 4,1 раза). В такие промежутки жизни, как с первого по десятые сутки (уменьшается на 25,5%), со второго по четырехмесячный (увеличивается на 33,5%) и с десятого по двадцать первые сутки (возрастает на 54,4%) интенсивность возрастных изменений содержания медиатора в тканях пилорической части желудка менее существенна.

Относительная стабилизация концентрации медиатора обнаруживается в тканях кардиальной и фундальной частей с двухмесячного возраста. В тканях ди-

вертикула и пилорической части желудка содержание АХ в течение всего периода исследований изменяется существенно и достоверно.

В суточном возрасте у помесных поросят по активности АХЭ (табл. 2) части желудка в возрастающем порядке располагаются так: дивертикул ($0,79 \pm 0,09$); пилорическая ($1,14 \pm 0,13$), фундальная ($1,39 \pm 0,05$), кардиальная ($1,44 \pm 0,07$).

За девять последующих суток жизни в тканях дивертикула, пилорической и фундальной частей желудка активность фермента изменяется незначительно, а в тканях кардиальной она уменьшается достоверно, $p < 0,001$, на 52,8%.

В трехнедельном возрасте активность АХЭ в тканях дивертикула составляет $1,13 \pm 0,05$, что выше десятисуточных на 32,9%, $p < 0,05$, в тканях фундальной — $0,46 \pm 0,03$, что ниже десятисуточных на 45,9%, $p < 0,01$, в тканях пилорической — $0,81 \pm 0,02$, что выше десятисуточных на 35,2%, $p < 0,01$, а в тканях кардиальной части она сохраняется на уровне десятисуточных.

В месячном возрасте в тканях пилорической части желудка активность фермента сохраняется на уровне трехнедельных ($0,88 \pm 0,04$), в тканях дивертикула она увеличивается на 46%, $p < 0,001$, в тканях кардиальной и фундальной повышается соответственно на 47,7%, $p < 0,001$, и на 32,6%, $p < 0,01$.

В двухмесячном возрасте в тканях дивертикула, пилорической и фундальной частей уровень АХЭ повышается соответственно на 62,3%, $p < 0,001$, на 37,5%, $p < 0,01$, и на 62,3%, $p < 0,001$, а в тканях кардиальной части уменьшается на 34,4%, $p < 0,01$.

В четырехмесячном возрасте во всех частях желудка поросят активность АХЭ определяется на уровне двухмесячных.

Наиболее высокая интенсивность возрастных изменений активности фермента в тканях дивертикула обнаруживается с месячного по двухмесячный возраст (увеличивается на 62,3%) и с трехнедельного по месячный возраст (возрастает на 46,0%). Интенсивность изменений активности фермента в тканях этой части желудка с десятисуточный по трехнедельный возраст менее выражена (повышается на 32,9%). В другие промежутки жизни у помесных поросят интенсивность возрастных изменений в тканях дивертикула низкая.

Выраженная интенсивность возрастных изменений активности АХЭ в кардиальной части желудка выявляется в следующие промежутки жизни поросят: с односуточного по десятисуточный (уменьшается на 52,8%), с трехнедельного по месячный (увеличивается на 47,7%) и с месячного по двухмесячный возраст (уменьшается на 34,4%); в другие промежутки жизни у помесных поросят в тканях этой части желудка интенсивность возрастных изменений активности фермента невысокая.

В тканях фундальной части желудка более выраженная интенсивность возрастных изменений активности АХЭ выявляется с месячного по двухмесячный возраст (увеличивается на 62,3%), с трехнедельного по месячный (возрастает на 32,6%) и с десятисуточный по трехнедельный (повышается на 45,9%).

В тканях пилорической части желудка выраженная интенсивность возрастных изменений активности фермента обнаруживается лишь с десятисуточного

по трехнедельный (увеличивается на 35,2%) и с месячного по двухмесячный возраст (увеличивается на 37,5%).

Относительная стабилизация активности АХЭ в тканях всех частей желудка у помесных поросят, так же как и в тканях всех частей желудка у поросят крупной белой породы, выявляется с двухмесячного возраста.

Достоверная разница концентрации АХ и активности АХЭ в тканях желудка между чистопородными и помесными поросятами определяется в течение всего периода исследований.

Обсуждение результатов исследований. Результаты полученных исследований свидетельствуют о том, что содержание медиатора ацетилхолина и активность фермента ацетилхолинэстеразы у односуточных чистопородных и помесных поросят в разных частях желудка неодинаковая. Уровень медиатора и фермента у новорожденных поросят наиболее высокий в тканях пилорической части желудка, а наименьший — в тканях дивертикула. По-видимому, поросята рождаются с разной функциональной активностью системы ацетилхолин—ацетилхолинэстераза в разных частях желудка, а более высокая активность этой системы в тканях пилорической части желудка у новорожденных поросят необходима для своевременного перехода химуса из желудка в двенадцатиперстную кишку.

С ростом и развитием поросят, с усложнением и дифференцировкой клеток желудка, увеличением количества интромауральных ганглиев, увеличением в ганглиях количества холинергических синапсов в тканях желудка возрастает и содержание медиатора, и активность фермента. Однако возрастные изменения показателей системы ацетилхолин—ацетилхолинэстераза происходят неравномерно, гетерохронно, с разной интенсивностью в отдельные промежутки жизни поросят. Наиболее интенсивные изменения показателей системы ацетилхолин—ацетилхолинэстераза выявляются в тканях всех частей желудка в следующие промежутки жизни поросят: с десятисуточного по трехнедельный, с трехнедельного по месячный и с месячного по двухмесячный.

Относительная стабилизация концентрации медиатора ацетилхолина в тканях фундальной части желудка у поросят крупной белой породы выявляется с месячного возраста, а в тканях дивертикула и пилорической части желудка в течение исследуемого периода жизни поросят стабилизация медиатора не происходит. У помесных поросят, так же как и у чистопородных, содержание медиатора относительно стабилизируется в тканях кардиальной и фундальной частей желудка с двухмесячного возраста, а в тканях дивертикула и пилорической части оно достоверно изменяется в течение всех промежутков жизни поросят. В отличие от медиатора активность фермента ацетилхолинэстеразы во всех частях желудка у обеих групп поросят относительно стабилизируется с двухмесячного возраста.

Результаты полученных данных согласуются с теорией о системогенезе, разработанной академиком П.К. Анохиным [1]. Теорию о системогенезе успешно развивают его ученики и последователи этого учения, такие как К.В. Судаков [14], В.Ф. Лысов [6], В.И. Федоров [16]. В соответствии с теорией о системогенезе развитие функциональных систем и их отдельных частей происходит за счет изби-

рательного и интенсивного созревания только тех структур, которые обеспечивают жизнедеятельность развивающегося организма и приспособливают его к постоянно изменяющимся условиям внешней и внутренней среды в определенной фазе, этапе, периоде онтогенеза.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] *Анохин П.К.* Очерки по физиологии функциональных систем. — М.: Медицина, 1975.
- [2] *Бондарь А.А., Попов С.М.* Кинетические свойства ацетилхолинэстеразы нативных эритроцитов как индикатор адаптивной эволюции системы фермент — эритроцит у млекопитающих // *Сельскохозяйственная биология*. — 2004. — № 4. — С. 37—45.
- [3] *Гиниатуллин Р.А., Соколова Е.М.* Влияние пуринаргических соединений на постсинаптическую потенцию в нервно-мышечном синапсе / Тезисы докладов 1-го Международного совещания по эволюционной физиологии. — СПб., 1996. — С. 47—52.
- [4] *Зефирова А.Л. и др.* Влияние нитропруссид натрия на освобождение медиатора и функциональные свойства постсинаптической мембраны в нервно-мышечном синапсе // *Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова*. — 1999. — Т. 85. — № 5. — С. 663—670.
- [5] *Кривой И.И., Сей Т.П.* Постсинаптическая потенция в нервно-мышечных синапсах диафрагмы крысы при разной активности ацетилхолинэстеразы / *Физиология медиаторов. Периферический синапс. Всесоюзный симпозиум*. — Казань, 1991. — С. 59.
- [6] *Лысов В.Ф.* Функциональные системы сельскохозяйственных животных. — Казань: КГВИ, 1986.
- [7] *Маслова М.Н.* Активность мембранных ферментов эритроцитов при различных стрессовых воздействиях // *Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова*. — 1994. — Т. 80. — № 7. — С. 76—80.
- [8] *Михельсон М.Я., Зеймаль Э.В.* Ацетилхолин. — Л.: Наука, 1970.
- [9] *Ноздрачев А.Д.* Физиология вегетативной нервной системы. — Л.: Медицина, 1983.
- [10] *Ноздрачев А.Д., Чумасов Е.И.* Периферическая нервная система. Структура, развитие, трансплантация и регенерация. — СПб.: Наука, 1999.
- [11] *Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных. Справочное пособие / А.П. Калашников, В.И. Фисинин, В.В. Щеглов, Н.И. Клейманов (ред.)*. — М., 2003.
- [12] *Овсянников В.И., Березина Т.П.* Механизмы влияния серотонина на моторную активность двенадцатиперстной, тощей и повздошной кишки у бодрствующих кроликов // *Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова*. — 2002. — Т. 88. — № 8. — С. 1017—1027.
- [13] *Панюков А.Н.* О применении метода Хестрина для отдельного измерения активности холинэстераз // *Вопросы медицинской химии*. — 1966. — Т. 12. — Вып. 1. — С. 88—106.
- [14] *Судаков К.В.* Теория функциональных систем: новый подход к проблеме интеграции физиологических процессов в организме // *Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова*. — 2002. — Т. 88. — № 12. — С. 1590—1599.
- [15] *Федоров В.И.* Вклад холинергической системы П.К. Анохина // *Успехи современной биологии*. — 2000. — С. 3—11.
- [16] *Шуцкий И.В.* Метод определения ацетилхолина в малых количествах крови // *Лабораторное дело*. — 1967. — № 7. — С. 407—408.

ACETYLCHOLINE-ACETYLCHOLINE ESTERASE SYSTEM IN THE STOMACH OF DIFFERENT-AGED PIGLETS

N.G. Ignatyev, D.P. Mishina

Department of biology and ecology
Russian People's Friendship University
Miklukho-Maklaya str., 8/2, Moscow, Russia, 117198

The paper presents results of the researches on acetylcholine-acetylcholine esterase system's formation in the stomach of piglets at an age of 1, 10, 21, 30, 60, 120 days. Regularities of age-related changes for transmitter's acetylcholine content and acetylcholine esterase enzyme activities are identified in different sections of the stomach as diverticulum, cardiac, fundus, pyloric area of stomach. It was found out that age-related changes of acetylcholine — acetylcholine esterase system are of irregular and heterochronic character. There is a relative stability of acetylcholine — acetylcholine esterase activity in the tissues of stomach areas under consideration of both piglet groups that starts from the age of 2 months. Acetylcholine — acetylcholine esterase concentration in the cardiac and fundus stomach area's tissues is relatively stabilized from the ages of 1 month and 2 months. There is no relative stability in the diverticulum and pyloric stomach area's tissues.

Key words: acetylcholine, acetylcholine esterase, piglets, stomach, age-related changes of acetylcholine — acetylcholine esterase system