

THE AGE-DEPENDENT PECULIARITIES IN CHOLINERGIC REGULATION OF THE BIOCHEMICAL FUNCTION OF THE HYPOXIC RAT HEART

L. M. Lobanok, A. E. Kirienkov

Hypoxia is shown to decrease chronotropic and inotropic responses of the isolated heart of mature rats to stimulation of M-choline receptors. In aged tissue hypoxia has no influence on the inotropic response to carbacholine effect. The results permit a conclusion to be made on the higher resistance of cholinergic mechanisms that regulate the cardiac function to hypoxic effects in aged animals.

Institute of Radiobiology, Academy of Sciences
of the Byelorussian SSR, Minsk

1. Капелько В. И. Влияние гипоксии и ишемии на ионный транспорт и сократительную функцию сердечной мышцы // Бюл. Всесоюз. кардиол. науч. центра АМН СССР.— 1981.— N 4.— С. 103—110.
2. Коркушко О. В., Иванов Л. А. Гипоксия и старение.— Киев: Наук. думка, 1980.— 275 с.
3. Кобанок Л. М., Кириенков А. Е. Возрастные особенности влияния гипоксии и реоксигенации на сократительную функцию изолированного сердца // Патол. физиология и эксперим. терапия.— 1988.— N 1.— С. 52—54.
4. Фролькис В. В., Безруков В. В., Шевчук В. Г. Кровообращение и старение.— Л.: Наука, 1984.— 215 с.
5. Crockat L. H., Jund D. D., Schmid P. G., Rokoski R. J. Hypoxia-induced changes in parasympathetic neuromechanical markers in guinea pig heart // J. Appl. Physiol.: Respir. Environ. and Exercise Physiol.— 1981.— 50, N 5/2—P. 1017—1021.
6. Meyer E. M., Momol A. E., Baker S. P. Age-related reductions in rat atrial high affinity choline uptake, Ach synthesis, and Ach release // Mech. Ageing and Dev.— 1985.— 30, N 2.— P. 221—225.
7. Nakanishi T., Yonng H. H., Shimizu T. et al. The relationship between myocardial enzyme release and Ca uptake during hypoxia and reoxygenation in the newborn and adult heart // J. Mol. and Cell. Cardiol.— 1984.— 16, N 6.— P. 519—532.
8. Nayler W. G., Poole-Wilson P. A., Williams A. Hypoxia and calcium // J. Mol. and Cell. Cardiol.— 1979.— 11, N 7.— P. 683—706.
9. Nishioka K., Nakanishi T., Jarmakani J. M. Effect of ischemia on calcium exchange in the myocardium // Amer. J. Physiol.— 1984.— 247, N 2.— P. 177—184.
10. Schremin A. M. E., Schremin O. U., Brechner M. D. Survival under hypoxia. Age dependence and effect of cholinergic drugs // Stroke.— 1980.— 80, N 5.— P. 548—552.

Ин-т радиобиологии АН БССР,
Минск

Поступила 20.10.87

УДК 612.6:636.4.085:517.16

Роль рибофлавина и пантотеновой кислоты в репродуктивной функции свиней

Г. М. Почерняева

Известно, что при недостаточном поступлении в организм того или иного витамина сокращается продуцирование соответствующего гормона. При этом за синтез гормона ответственны определенные витамины. Так, при недостатке витамина А снижается секреция прогестерона, что в свою очередь приводит к атрофии плода, но не влияет на овуляцию, течку или оплодотворяемость [2]. Добавка в рацион свиней синтетического препарата А вместе с С или Д значительно повышает генеративную функцию яичников [6, 8, 11] и способствует развитию многоплодия [7, 9, 11]. Особенно важную роль в репродуктивных процессах играют витамины группы В, так как именно они нужны для синтеза в аденогипофизе гонадотропного комплекса, вызывающего у самцов сперматогенез и секрецию андрогенов, а у самок — рост фолликулов, созревание яйцеклеток, овуляцию, образование желтого тела

и секрецию эстрогенов [4, 13]. Так, показано [1], что при недостаточном поступлении в организм витаминов группы В снижается продукция гонадотропных гормонов (в частности, ФСГ), что вызывает замедление роста и срока созревания фолликулов, нарушение половой цикличности. Установлено, что на чисто растительном рационе, дефицитном по витамину В₁₂, у молодых свиней созревает значительно меньше фолликулов в яичниках, а добавка витамина В₁₂ повышает многоплодие [3, 5]. В свою очередь добавка этого витамина в комплексе А и D к рациону, дефицитному по этим витаминам, значительно повышает овуляцию и сокращает эмбриональную смертность у свиноматок [9, 10]. Нарушение репродукции у свиней наблюдается также при недостаточном содержании рибофлавина и пантотеновой кислоты в корме [12, 14].

Мы изучали зависимость морфофункциональных особенностей репродуктивного аппарата свиней от дозы потребляемого рибофлавина и пантотеновой кислоты с целью определения их оптимальной нормы в рационе животных, находящихся на разных стадиях индивидуального развития.

Методика

Опыты проведены на свиньях крупной белой породы в период полового созревания (с 3 до 8 месячного возраста) и в репродуктивный период на фоне полнорационных комбикормов, чисто растительных и с включением кормов животного происхождения.

В опытах по изучению потребности в рибофлавине все животные получали рацион, состоящий (массовая доля, %) из кукурузной (40), ячменной (20), овсяной (5), гороховой (20) дерти, подсолнечникового шрота (13), костной муки (1), мела и поваренной соли (по 0,5). В 1 кг комбикорма содержалось 1,17 кормовых единиц и 118 г переваримого протеина. Незаменимых аминокислот и минеральных веществ в рационе было в норме.

Все подопытные животные были разделены на две основные группы, по 23 головы в каждой. Животные I группы получали основной рацион, в котором содержание рибофлавина было на грани недостаточности (1,2 мг/корм. ед.). Животным второй группы, за счет добавки синтетического препарата рибофлавина из расчета 4 мг на одну кормовую единицу, уровень рибофлавинового питания доводили до 5,2 мг/корм. ед. По достижении восьмимесячного возраста и живой массы 110—120 кг все свиньи были осеменены семенем хряков крупной белой породы. После этого животные каждой группы были разделены на две подгруппы. При этом свиньи первой подгруппы I группы продолжали содержаться на грани недостаточности по рибофлавину, а животных второй подгруппы этой группы перевели на высокий уровень рибофлавинового питания (5,2 мг/корм. ед.).

Первая подгруппа II группы свиней после осеменения была переведена на низкий уровень потребления рибофлавина (1,2 мг/корм. ед.), а вторая — и в репродуктивный период находилась на высоком уровне рибофлавинового питания (5,2 мг/корм. ед.).

Содержание всех остальных витаминов доводили до норм за счет добавки синтетических препаратов.

В период полового созревания регистрировали становление половых циклов. Для изучения потенциального многоплодия, эмбриональной смертности и морфофункционального состояния матки на 75-е сутки супоросности забивали 12 свиней. Влияние уровня рибофлавинового питания на многоплодие было прослежено по результатам двух опоросов, для получения которых оставили по 4—6 животных из каждой группы.

Потребность свиней в пантотеновой кислоте для нормальной их репродукции изучали на четырех уровнях: ремонтные свиньи первой группы получали основной рацион, содержащий 7,92 мг/корм. ед. пантотеновой кислоты, в корме свиней второй, третьей и четвертой групп содержание пантотеновой кислоты за счет добавки d-пантотената кальция соответственно повышалось до 16,47; 17,10 и 21,7 мг/корм. ед. Основной рацион состоял из (массовая доля, %): кукурузной (58,2), ячменной (18,0), овсяной дерти (5,5), дерти рыбной муки (8,0) и костной муки (8,1), подсолнечникового шрота — (8,1), мела и поваренной соли (по 0,5). По энергетической ценности, переваримому протеину, важнейшим аминокислотам, макро- и микроэlemen-

там, а также по содержанию витаминов, за исключением пантотеновой кислоты, рацион соответствовал нормам, рассчитанным для ремонтных свиней как в период полового созревания, так и в репродуктивный период. По достижении 8 мес свиней осеменили и через 48 ч 12 из них забили для исследования оплодотворения яйцеклеток и темпов дробления эмбрионов, 7 забили на 75-е сутки супоросности для определения уровня эмбриональной смертности, а 28 (по 7 в каждой группе) — оставили для получения двух опоросов. Потенциальное многоплодие определяли по числу овулировавших фолликулов (желтых тел), фактическое — по числу живых эмбрионов или поросят.

Результаты и их обсуждение

Недостаточность рибофлавинового питания в первый месяц опыта приводит к снижению функциональной активности яичников: в I группе признаки функциональной активности проявились у 55,6 % свиней, а во II — у 64,5 % (табл. 1).

Таблица 1. Влияние разных уровней рибофлавинового питания на некоторые показатели репродукции свиней

Показатель	I группа		II группа	
	1-я подгруппа	2-я подгруппа	1-я подгруппа	2-я подгруппа
Относительная оплодотворяемость, %	69,6		91,3	
Эмбриональная смертность:				
число желтых тел	13±0,0	12±2,9	11,5±0,5	15,5±0,51
число живых эмбрионов	10,0±0,0	5,0±1,0	9,0±0,0	10,0±1,0
Относительная эмбриональная смертность, %:	23,1	37,5	21,7	35,6
Масса 75-суточных эмбрионов, г	291,4±8,3	329,8±11,8	289,7±11,3	325,8±12,8
Длина 75-суточных эмбрионов, см	18,5±0,43	18,9±0,28	18,5±0,38	19,5±0,35

Содержание свиней на таком рационе с 3- до 8-месячного возраста приводит к резкому снижению их оплодотворяемости — до 69,6 % против 91,3 % — при высоком уровне рибофлавинового питания. В последнем случае помимо этого наблюдается тенденция к снижению эмбриональной смертности: на 75-е сутки супоросности у свиноматок I группы эмбриональная смертность составила 30,3, а II — 28,6 %.

Большую роль в выживаемости зародышей в самый ранний период их развития играет функциональное состояние матки свиней, объективным показателем которого является ее гистоструктура, в частности высота эпителия эндометрия, диаметр и число маточных желез на единицу площади. Как видно из табл. 2, у свиней, выращенных при высоком уровне рибофлавинового питания, эпителий эндометрия был достоверно выше, диаметр маточных желез и плотность их размещения в эндометрии больше. Маточные железы продуцируют маточное молоко, необходимое для питания зародышей в наиболее ранний период их развития, и повышение их функции способствует сокращению эмбриональной смертности, повышению многоплодия и крупноплодности.

Более низкое функциональное состояние эндометрия рогов матки у свиней, выращенных при низком уровне рибофлавинового питания, по-видимому, связано с низким продуцированием гонадотропных гормонов, контролирующих развитие органов генитального аппарата, вследствие недостаточного притока рибофлавина. Это одна из причин повышения эмбриональной смертности и снижения многоплодия при недостатке рибофлавина.

Если результаты забоя подопытных свиней в период супоросности показывают снижение потенциального многоплодия (число овулировавших фолликулов) и повышение эмбриональной смертности при не-

достаточном рибофлавиновом питании в период выращивания, то результаты опоросов (табл. 3) свидетельствуют об увеличении числа мертворожденных поросят при снижении потребления этого витамина, особенно в период супоросности. Вместе с тем снижается многоплодие свиноматок, что особенно четко прослеживается по второму опоросу. Все эти факты свидетельствуют о первостепенном значении рибофлавинового питания в процессе выращивания свиней и их последующей супоросности для созревания и овуляции фолликулов, а также для нормального роста и развития эмбрионов, опосредованного функциональной активностью эндометрия.

Таблица 2. Влияние разного уровня рибофлавинового питания на микрометрические показатели эндометрия рогов матки

Показатель	I группа		II группа	
	1-я подгруппа	2-я подгруппа	1-я подгруппа	2-я подгруппа
Высота эпителия эндометрия, мкм	10,9±0,15	11,29±0,09	12,68±0,17	15,66±0,19
Диаметр маточных желез, мкм	64,86±1,25	62,39±1,32	99,82±1,39	77,79±1,52
Число маточных желез, приходящееся на 1 мм ² среза	34,12±0,94	34,43±0,92	45,79±0,99	38,96±0,92

* Разница по всем показателям между 1-й подгруппой I группы и 1 и 2 подгруппами II группы — достоверна ($P < 0,001$).

Таблица 3. Влияние разного уровня рибофлавинового питания на многоплодие свиноматок

Показатель	I группа		II группа	
	1-я подгруппа	2-я подгруппа	1-я подгруппа	2-я подгруппа
I опорос				
Число родившихся поросят: живых и мертвых	9,6±1,17	10,3±0,71	10,1±1,14	9,5±1,06
Мертворождаемость, %	3,8 39,6	0,8 7,8	2,0 19,8	1,8 18,9
II опорос				
Число родившихся поросят: живых и мертвых	8,5±0,38	9,4±0,79	10,5±0,29	11,75±0,25
Мертворождаемость, %	0,25 2,9	0,20 2,1	1,0 9,5	0,5 4,2

Результаты опытов по изучению влияния уровня потребления пантотеновой кислоты не обнаружили существенных различий живой массы свиней разных групп в течение всего периода выращивания: к 8-месячному возрасту все они достигли живой массы 110—108 кг при среднесуточных приростах 566—586 г. Прирост живой массы свиней в период супоросности также был в пределах норм для молодых свиноматок.

Однако оплодотворение яйцеклеток и интенсивность развития эмбрионов первых стадий дробления, а также число дегенерирующих яйцеклеток существенно различались у свиней, выращенных при низком и высоком уровнях пантотенового питания.

Подсчет blastomeres в зиготах показал (табл. 4), что преобладающее число зигот у свиней первой группы через 48 ч после осеменения было на стадии двух blastomeres, в то время как у свиней четвертой группы зиготы через тот же промежуток времени были в основном уже на стадии четырех blastomeres. При этом отмечена за-

кономерность в увеличении числа зигот на более поздней стадии развития через 48 ч с повышением уровня пантотенового питания. Тот факт, что при недостаточности пантотенового питания отмечается высокий процент дегенерирующих яйцеклеток, свидетельствует о низком их биологическом качестве, следствием чего и является отставание темпов дробления зигот у свиней первой группы по сравнению со свиньями второй, третьей и четвертой групп, получавшими повышенное количество d-пантотената кальция.

Сопоставление наличия живых эмбрионов на 75-е сутки супоросности с числом желтых тел показало, что у свиней I группы с низким уровнем потребления пантотеновой кислоты эмбриональная смертность значительно выше (30,8 %), чем при удвоении этого уровня (9,4 %). Уровень пантотенового питания существенно сказался и на потенциальном многоплодии свиней: 16,0 желтых тел, в среднем, при добавочном введении d-пантотената кальция в рацион и только 13,0 — при недостаточном его количестве.

Т а б л и ц а 4. Интенсивность дробления оплодотворенных яйцеклеток у ремонтных свиней

Показатель	Первая группа	Вторая группа	Третья группа	Четвертая группа
Общее число вымытых и измеренных эмбрионов в среднем на одну свинью	10,3	13,0	10,0	9,3
Относительное число эмбрионов, % общего:				
2-бластомерных	45,63	—	—	3,22
3-бластомерных	12,62	19,23	17,0	3,22
4-бластомерных	19,42	76,92	80,0	93,56
Относительное число дегенерирующих яйцеклеток, %	9,72	3,85	3,0	—
Общее число неоплодотворенных яйцеклеток в среднем на одну свинью	1,3	—	—	—
Относительное число неоплодотворенных яйцеклеток, % общего	12,62	—	—	—
Объем зигот, млн·мкм ³ :				
средний	2,35	2,28	2,32	2,35
колебания	2,74	2,55	2,83	2,98
Объем бластомеров (млн·мкм ³) на стадии:				
2 бластомеров	1,75	1,97	1,89	1,72
3 бластомеров	0,19	—	—	0,09
4 бластомеров	0,15	0,12	0,16	—
	0,1	0,09	0,12	0,07

По результатам первого опороса существенных различий многоплодия животных с низким и высоким уровнем пантотенового питания не было. Однако дефицит в этом витамине увеличивался, и по второму опоросу разница по многоплодию оказалась существенной. От свиноматок контрольной группы в среднем получили 9,14 поросят, в то время как свиноматки второй, третьей и четвертой групп, получавшие добавку от 5 до 15 мг/корм. ед. d-пантотената кальция, дали в среднем по 11,24 поросят ($P < 0,01$).

Таким образом, проведенные исследования свидетельствуют о том, что рибофлавин и пантотеновая кислота являются важнейшими факторами питания, необходимыми для репродукции у свиней. При этом для нормального развития органов генитального аппарата и интенсивного их функционирования необходимо обеспечить достаточное поступление в организм рибофлавина и пантотеновой кислоты в период полового созревания и в репродуктивную фазу. Результаты эксперимента убеждают нас в том, что для повышения многоплодия и качества поросят, способных к быстрому росту и интенсивному откорму, в рационах свиноматок в период их полового созревания и в репродуктивную фазу должно содержаться не менее 5—6 мг рибофлавина и 20—22 мг

пантотеновой кислоты из расчета на одну кормовую единицу. Практически обеспечить этот уровень содержания можно добавкой синтетического препарата рибофлавина (4—4,5 мг) и d-пантотената кальция (10—15 мг) или за счет включения в полнорационный комбикорм кормовых дрожжей (до 5 % массы корма).

SIGNIFICANCE OF RIBOFLAVIN AND PANTOTHENIC ACID IN THE REPRODUCTIVE FUNCTION OF PIGS

G. M. Pochernyaeva

Results of the experiment have shown that in order to increase multiple pregnancy and quality of piglets the ration of sows during pubescence and in the reproductive period must contain not less than 5-6 mg of riboflavin and 20-22 mg of pantothenic acid per one feed unit. That level can be ensured either by addition of synthetic preparation of riboflavin (4-4.5 mg) and calcium d-pantothenate (10-15 mg), or by inclusion of about 5 % of the fodder yeast mass into complete-ration combined feed.

Institute of Pig Breeding, V. I. Lenin All-Union Academy of Agricultural Science, Southern Branch, Poltava

1. Дубнов М. В. Половой цикл в условиях холиновой недостаточности. // Пробл. эндокринологии и гормонотерапии.— 1956.— 2, № 3.— С. 96—99.
2. Лэмминг Г. Е., Селисбери Г. В. Влияние начальной стадии А-авитаминоза на процесс размножения у млекопитающих // VI Междунар. конгр. по животноводству.— М., 1957.— С. 174—178.
3. Моустгард Дж. Влияние витамина В₁₂ на плодовитость свиней // VI Междунар. конгр. по животноводству.— М.: Изд-во иностр. лит., 1957.— С. 161—168.
4. Милованов В. К. Современное состояние проблемы нервно-гуморальной регуляции воспроизводительных процессов у животных. // Животноводство. 1961.— № 8.— С. 68—74.
5. Староверов Н. А. Рациональное использование кормов // Науч. тр. НИИ животноводства Лесостепи и Полесья УССР.— 1962.— 32.— С. 91—99.
6. Сарычева М. М. Влияние витамина А и комплекса витаминов А и С на генеративную функцию яичников свиноматок: Автореф. дис. ... канд. биол. наук.— Киев, 1968.— 22 с.
7. Шавкун В., Хавинзон А., Оленяч Л. Премиксы — резерв повышения многоплодия маток и улучшения приплода. // Свиноводство.— 1976.— № 10.— С. 40—41.
8. Шубин А., Шубина Л. Влияние витаминов и антиоксидантов на воспроизводительные функции // Там же.— 1984, № 6.— С. 32—33.
9. Югина А. Д. Эффективность использования кормовых добавок витаминов АД₂ и АД₂В₁₂ в кормлении супоросных маток при разном уровне каротина в рационе: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук.— Дубровицы Моск. обл., 1968.— 19 с.
10. Югина А. Д. Рост и развитие ремонтных свинок и их приплода в зависимости от обеспеченности витаминами // Свиноводство.— 1975, № 9.— С. 33—34.
11. Якимчук Н. В. Влияние витамина А на воспроизводительные способности свиноматок. // Животноводство.— 1975, № 11.— С. 79—81.
12. Davey R. J., Stewenson J. W. Pantothenic Acid Requirement for Reproduction // Anim. Sci.— 1963.— 22, N 1.— P. 13.
13. Elsaesser F. Endokrinologie des Zyklus, der Ovulation und des Laktationsanostrus beim Schwein // Zuchtungskunde.— 1932.— 54, N 5.— P. 333—338.
14. Esch M. Effect of riboflavin deficiency on estrous cyclicity in pigs // Biol. Reprod.— 1981.— 25, N 3.— P. 659—665.
15. Holness D., Smith A. Reproductive performance of the indigenous Rhodesian pig. 2. The effect of plane of nutrition of the development of the reproductive tract and the anterior pituitary, thyroid and adrenal glands in the pregnant sow // Rhodesian J. Agr. Res.— 1974.— 12, N 1.— P. 19—25.

Полтав. ин-т свиноводства
ВАСХНИЛ, Южное отд-ние

Поступила 30.06.87