

С.А. УСЕНКО

ФОРМИРОВАНИЕ ПРООКСИДАНТНО-АНТИОКСИДАНТНОГО ГОМЕОСТАЗА У СВИНОК В ПЕРИОД СТАНОВЛЕНИЯ ПОЛОВОЙ ФУНКЦИИ

Полтавская государственная аграрная академия, г. Полтава, Украина

В статье представлены результаты изучения динамики гормонального фона и особенностей формирования прооксидантно-антиоксидантного гомеостаза у свинок в период становления половой функции. Установлены существенные изменения концентраций тироидных и стероидных гормонов с увеличением количества половых циклов. Выявлено интенсификацию процессов перекисидации с наступлением фазы эструса.

Обобщение полученных данных исследований указывают на одну из особенностей воспроизводительной функции свинок – появление циклической лабильности гомеостаза, которая характеризуется определёнными периодическими колебаниями. Сдвиг гомеостатических констант в период эструса направлен на создание необходимых условий для оплодотворения путём морфофизиологических изменений репродуктивной системы.

Ключевые слова: половой цикл, эструс, гормоны, перекисидация, антиоксиданты, гомеостаз, свинки.

S.A. USENKO

PROOXIDANT AND ANTIOXIDANT HOMEOSTASIS DEVELOPMENT IN PIGS DURING FORMATION OF GENITAL FUNCTION

Poltava State Agrarian Academy, Poltava, Ukraine

The paper presents results of studying the dynamics of hormonal background and peculiarities of prooxidant and antioxidant homeostasis development in pigs during formation of genital function. Significant changes in concentrations of thyroid and steroid hormones with increase in number of estrous cycles have been determined. Intensification of peroxidation processes with estrus phase start was revealed.

A generalization of research data indicates one of the features of reproductive function of pigs - appearance of cyclic lability of homeostasis, which is characterized by certain periodic fluctuations. Shift of homeostatic constants during oestrus period is aimed at creating the required conditions for fertilization by method of morphophysiological changes in the reproductive system.

Keywords: estrous cycle, oestrus, hormones, peroxidation, antioxidants, homeostasis, gilts.

Введение. Интенсивность воспроизводства поголовья определяет общие объёмы производства свинины. Наиболее эффективным в увеличении репродуктивной способности хряков и свиноматок является метод искусственного осеменения. При этом дальнейшая продуктивность полученных потомков определяется биологической полноценностью гамет и временем осеменения самок.

Результаты исследований указывают на ведущую роль изменения эндокринного профиля, который определяет наступление периода полового созревания, циклические изменения у свинок, обеспечивает нормальное течение супоросности и протекания опороса [1]. В частности, прогестерон и эстроген осуществляют значительное влияние на развитие вторичных половых признаков у самок.

Комплексное воздействие гормонов на организм свиней регулирует рост и развитие. Изменение соотношения этих биологически активных веществ во время полового созревания определяет интенсивность биохимических процессов, в частности, состояние прооксидантно-антиоксидантного гомеостаза [2]. Принимая во внимание ведущую роль активных радикалов кислорода и в целом процессов перекисидации в обеспечении оплодотворения, имплантации, плацентации и адаптации новорождённых к окислительному стрессу, представляется актуальным изучение особенностей формирования прооксидантно-антиоксидантного гомеостаза в связи с изменениями гормонального фона у циклирующих самок [3]. Это требует, прежде всего, более глубоких исследований по выяснению механизмов гормональной регуляции воспроизводительной функции у свинок, особенно гормонов, проявляющих антиоксидантные свойства.

Состояние прооксидантно-антиоксидантного гомеостаза регулируется по принципу обратной связи: увеличение уровня антиоксидантов (витамины А, Е и С, эстрогенов) приводит к торможению свободнорадикального окисления, а это, в свою очередь, изменяет свойства самих липидов: у них появляются легкоокисляемые фракции, что ускоряет процесс перекисидации липидов. Это происходит на фоне использования эндогенных антиоксидантов и система возвращается к исходному уровню – накоплению активных форм кислорода и легкоокисляемых соединений [4]. Такое динамическое равновесие существенно колеблется у свинок в разные периоды полового цикла и супоросности [5, 6].

В предыдущих исследованиях по изучению динамики стероидных, тиреоидных гормонов и изменения прооксидантно-антиоксидантного гомеостаза у свинок установлена существенная лабильность данных показателей в зависимости от их физиологического состояния. Однако остаётся актуальным выяснение изменения данных гомеостатических констант в наиболее ответственные периоды формирования воспроизводительной функции у свинок.

В связи с вышеизложенным, **целью исследований** было изучение закономерностей изменения гормонального фона и особенностей формирования прооксидантно-антиоксидантного гомеостаза (ПАГ) у свинок в период становления половой функции.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

- изучена динамика содержания тироидных и стероидных гормонов в крови свинок в разные фазы полового цикла;
- проведена оценка состояния прооксидантно-антиоксидантного гомеостаза в крови свинок в разные фазы полового цикла.

Материал и методика исследований. Работа выполнена на клинически здоровых свинках крупной белой породы (5 голов), которые были аналогами по породе, возрасту и массе тела. Кормление животных осуществлялась согласно кормовым нормам Института свиноводства и АПП НААН. Кровь для исследований у свиней отбирали из передней поллой вены в период наступления чётко выраженных 1-й, 2-й и 3-й охоты в фазы эструса и диэструса.

Содержание тироксина, трийодтиронина, эстрадиола-17 β , прогестерона и тестостерона в сыворотке крови определяли иммуноферментным методом.

Интенсивность протекания процессов перекисного окисления в крови исследовали по активности ксантиноксидазы (КСО) [7], концентрации диеновых конъюгатов (ДК) [8], содержанию ТБК-активных соединений [8]. Оценивали уровень антиоксидантной защиты по активности супероксиддисмутазы (СОД) [8], активности каталазы (КТ) [9], содержанию восстановленного глутатиона [8], аскорбиновой и дегидроаскорбиновой кислот (АК) [8], содержанию витамина А и концентрации витамина Е [10].

Результаты эксперимента и их обсуждение. Полученные результаты экспериментов свидетельствуют о существенной лабильности концентрации тироидных и стероидных гормонов в сыворотке крови (таблица 1).

Установлено, что содержание тироксина с увеличением количества половых циклов имело более высокую амплитуду колебания их концентраций. Так, уровень этого гормона существенно возрастал в фазу эструса относительно лютеальной на 8,2 (1 охота), 18,2 (2 охота) и 45,7 % (3 охота). При этом концентрация тироксина на протяжении эксперимента с увеличением половых циклов в фазу полового покоя уменьшилась на 30,1 %. Динамика количества трийодтиронина имела противоположный характер – снижение уровня от лютеальной фазы до эструса.

С увеличением количества выраженных половых циклов у свинок установлено повышение концентрации прогестерона во время лютеальной фазы в 2 раза ($p < 0,05$) (2 охота) и 6,7 раза ($p < 0,05$) (3 охота) сравнительно с первой охотой. При этом в фазу эструса количество этого гормона существенно снижалось на 21,5 % (1 охота), 39,6 % (2 охота) и 64,4 % (3 охота).

Таблица 1 – Содержание тироидных и стероидных гормонов в крови свинок крупной белой породы, $M \pm m$ (n= 10)

Гормоны	1 охота		2 охота		3 охота	
	Фазы полового цикла					
	люте- альная	эструс	люте- альная	эструс	люте- альная	эструс
Тироксин, нмоль/л	63,01 ± 16,73	68,19± 13,83	43,98± 7,24	51,99± 8,29	44,01± 7,28	64,12± 8,31
Трийод- тиронин, нмоль/л	2,13± 0,50	2,02± 0,46	1,85± 0,21	1,68± 0,22	1,93± 0,275	1,37± 0,129
Прогесте- рон, нмоль/л	5,22± 1,052	4,10± 0,973	10,18± 1,263*	6,53± 1,321	34,90± 4,412*	12,41± 1,779**
Тестосте- рон, нмоль/л	3,84± 0,42	4,58± 0,34	5,69± 0,57	6,22± 0,69	6,15± 0,49	7,19± 0,49
Эстра- диол-17β, нмоль/л	0,125± 0,016	0,179± 0,024	0,151± 0,019	0,236± 0,057	0,335± 0,056**	0,530± 0,095

Примечание: *-p<0,05; **-p<0,01; ***-p<0,001 относительно показателей лютеальной фазы.

У свинок в период лютеальной фазы отмечено существенное увеличение концентрации эстрадиола от первого до третьего выраженно-го полового цикла в 2,7 раза (p<0,01). Выявлено, что с наступлением эструса количество данного гормона возрастает на 43,2 % (1 охота), 56,3 (2 охота) и 58,2 % (3 охота). Важно отметить, что динамика количества тестостерона была аналогичной к установленной для эстрадиола. Очевидно, что такая динамика колебаний уровня гормонов обусловлена возрастными изменениями в процессе развития и роста репродуктивных органов самок, появлением половых циклов и вторичных половых признаков.

Изменения уровня тироидных и стероидных гормонов в крови циклирующих свинок сопровождалось изменениями ПАГ (таблица 2).

Отмечено увеличение резистентности эритроцитов с увеличением возраста и количества половых циклов свинок. При этом наблюдалось увеличение гемолиза эритроцитов с наступлением фазы полового возбуждения. Выявлено, что во время наступления 2-го и 3-го эструса активность КСО – активатора перекисного окисления – увеличивалась соответственно на 11,1 и 7,1 %. При этом функциональная активность СОД от лютеальной фазы до эструса во время 1-й и 2-й охоты увеличивалась соответственно на 29,3 и 47,9 %, в то же время во время 3-го

полового цикла уменьшалась на 7,1 %. Такие изменения активности данных энзимов в фазу эструса указывают на одну из важных ролей активных форм кислорода – обеспечение процесса оплодотворения.

Таблица 2 – Состояние ПАГ в крови свинок крупной белой породы, М + m (n = 10)

Показатели ПАГ	1 охота		2 охота		3 охота	
	Фазы полового цикла					
	люте- альная	эструс	люте- альная	эструс	люте- альная	эструс
Перекисная ре- зистентность эритроцитов, %	14,33± 1,44	16,24± 1,28	11,57± 0,97	15,36± 1,37	10,24± 1,14	13,71± 1,32
Ксантинокси- даза, мккат /сек·л	37,36± 2,81	33,15± 4,17	36,37± 5,07	40,18± 4,49	32,75± 4,71	35,07± 4,63
Супероксид- дисмутаза, ед. акт./мл	0,58± 0,072	0,75± 0,079	0,355± 0,065	0,525± 0,109	0,42± 0,092	0,39± 0,065
Каталаза, H ₂ O ₂ /хв·л	0,615± 0,077	1,385± 0,207**	0,77± 0,131	1,15± 0,131	1,27± 0,176	1,97± 0,152*
Восстановлен- ный глутатион, мкмоль/л	0,483± 0,089	0,281± 0,035	0,522± 0,090	0,375± 0,071	0,419± 0,68	0,345± 0,058
Аскорбиновая кислота, мкмоль/л	23,14± 3,320	21,95± 4,055	17,05± 2,829	12,91± 2,275	11,04± 2,106	9,34± 20,08
Дегидроаскор- биновая кисло- та, мкмоль/л	18,44± 1,979	23,65± 3,793	19,58± 2,248	22,31± 2,929	10,49± 2,118	13,96± 2,082
Витамин А, мкмоль/л	2,89± 0,488	4,65± 0,685	3,14± 0,445	3,46± 0,585	3,87± 0,483	5,24± 0,980
Витамин Е, мкмоль/л	1,03± 0,111	1,43± 0,020	0,97± 0,147	0,47± 0,068	0,67± 0,109	1,178± 0,152*
Диеновые ко- ньюгаты, ммоль/л	2,07± 0,159	2,87± 0,180	2,11± 0,233	2,24± 0,301	1,65± 0,121	3,09± 0,469*
ТБК-активные комплексы, мкмоль/л	8,95± 1,182	12,83± 2,067	15,24± 2,412	16,39± 2,200	11,86± 1,403	17,06± 3,026
ТБК-активные комплексы по- сле инкубации, мкмоль/л	12,73± 1,319	14,94± 1,643	18,43± 1,848	17,06± 1,658	15,16± 2,201	18,27± 1,464

Примечание: *-p<0,05; **-p<0,01; ***-p<0,001 относительно показателей лютеальной фазы.

Уровень системы антиоксидантной защиты в крови свинок существенно изменялся в период становления половой функции. Так, активность каталазы во время лютеальной фазы увеличивалась с 1-го до 3-го выраженного полового цикла в 2,1 раза. При этом с переходом лютеальной фазы к эструсу уровень этого энзима возрастал в 2,3 ($p<0,01$) (1 охота), 1,5 (2 охота) и 1,6 раза ($p<0,05$) (3 охота).

Изменение фаз полового цикла влияло на уровень низкомолекулярных антиоксидантов – снижение содержания восстановленного глутатиона и АК соответственно на 41,8 и 5,1 % (1 охота), 28,2 и 24,3 % (2 охота) и 17,7 и 15,4 % (3 охота). Однако концентрация витамина А и витамина Е в фазу эструса во время третьего полового цикла существенно увеличивалась соответственно на 35,4 и 75,8 % ($p<0,05$), что подтверждает их ведущую роль в процессах размножения, особенно оплодотворения.

Полученные данные свидетельствуют об ускорении процессов пероксидации – с наступлением фазы эструса у свинок увеличивается количество диеновых конъюгатов во время 1-й охоты на 38,6 %, 2-й охоты – на 6,2 % и 3-й охоты – на 87,3 % ($p<0,05$). Такие изменения происходили на фоне накопления вторичных продуктов – ТБК-активных комплексов при наступлении эструса на 43,4 во время 1-й охоты, на 7,5 % 2-й охоты и на 43,8 % 3-й охоты относительно лютеальной фазы.

Заключение. Полученные результаты свидетельствуют, что в период становления половых циклов происходят существенные изменения гормонального фона в сторону увеличения амплитуды, что сопровождалось изменениями ПАГ. Увеличение концентрации тироксина и эстрадиола с наступлением фазы эструса вызывало интенсификацию процессов пероксидации и сопровождалось интенсивным использованием низкомолекулярных антиоксидантов и увеличением выхода витаминов А и Е в кровь.

Обобщение полученных данных исследований указывают на одну из особенностей воспроизводительной функции свинок – появление циклической лабильности гомеостаза, которая характеризуется определёнными периодическими колебаниями, обусловленными изменением их физиологического состояния, направленными на поддержание физиологической нормы течения метаболических процессов. Сдвиг гомеостатических констант в период эструса направлен на создание необходимых условий для оплодотворения путём морфофизиологических изменений репродуктивной системы.

Литература

1. Физиологические аспекты метаболизма в системе мать-плацента-плод свиньи : монография / В. Ф. Коваленко, А. М. Шостя, С. А. Усенко, А. И. Подтереба, Р. В. Булаченко, О. А. Титаренко, В. М. Витязь. – Полтава : Техсервис, 2012. – 204 с.

2. Динаміка вмісту стероїдних гормонів та інтенсивність пероксидного окиснення у свинок у період становлення статевої функції / А. М. Шостя, І. І. Ступарь, С. О. Усенко, В. Г. Цибенко, О. І. Мироненко, О. М. Бондаренко, Є. В. Чухліб // Свинарство : міжвід. тем. наук. зб. – Полтава, 2019. – Вип. 72. – С. 83-93.
3. Прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз у тканинах матки свині залежно від періодів відтворювального циклу / Л. М. Кузьменко, А. А. Поліщук, С. О. Усенко, А. М. Шостя, В. Г. Стояновський, В. І. Карповський, С. М. Білаш // Світ медицини і біології. – 2018. – № 2(64). – С. 198-203.
4. Порівняльний аналіз антиоксидантних властивостей 17 β -естадіолу та його 16-ариліденпохідних в умовах *in vitro* / Е. В. Таран, Н. І. Горбенко, Ж. А. Кондратюк, Ф. Г. Яременко // Український біофармацевтичний журнал. – 2010. – № 2(7). – С. 6-10.
5. Усенко, С. О. Особливості формування гомеостазу у циклюючих та поросних / С. О. Усенко // Свинарство : міжвід. тем. наук. зб. – Полтава, 2019. – Вип. 73. – С. 226-233.
6. Biomarkers of oxidative stress in fetal and neonatal diseases / S. Perrone, M. L. Tataranno, G. Stazzoni, G. Buonocore // J. matern fetal neonatal med. – 2012. – № 25(12). – P. 2575-2578.
7. Кісельова, І. К. Визначення активності ксантиноксидазної активності реакції тимуса щурів / І. К. Кісельова, А. В. Майданюк, С. П. Імедадзе // Вісник КНУ ім. Тараса Шевченка. – 2005. – С. 28.
8. Методические положения по изучению процессов свободнорадикального окисления в системе антиоксидантной защиты организма / М. И. Рецкий [и др.] ; отв. за вып. С. В. Шабунин. – Воронеж, 2010. – 70 с.
9. Величко, А. К. Методы лабораторного определения общей перекисной разрушающей активности ферментов растений / А. К. Величко, В. Б. Соловьёв // Весн. Пензенского гос. пед. ун-та. – 2009. – № 14(18). – С. 44-48.
10. Сучасні методики досліджень у свинарстві / за ред. В.П. Рибалка. – Полтава, 2005. – 228 с.

Поступила 12.03.2020 г.