

РЕПРОДУКТИВНАЯ СТРАТЕГИЯ И ИММУННЫЙ СТАТУС ГРЫЗУНОВ В ТЕХНОГЕННОЙ СРЕДЕ

© 2007 г. Е. Б. Григоркина

Представлено академиком В.Н. Большаковым 6.02.2006 г.

Поступило 15.02.2006 г.

Одной из наиболее актуальных задач современной радиоэкологии является изучение природы и механизмов развития адаптации популяций животных к хроническому радиационному воздействию. Результаты многолетнего мониторинга популяций мышевидных грызунов, обитающих в головной части Восточно-Уральского радиоактивного следа (ВУРСа), свидетельствуют о многочисленных количественных и качественных нарушениях в гемопозитической и иммунной системах животных [1, 2], о наличии существенных цитогенетических [3] и морфогенетических [4] изменений. Между тем, численность грызунов доминирующих видов в зоне ВУРСа в течение многих лет не отличалась от таковой на фоновых участках, а показатели плодовитости в ряде случаев значительно превышали контрольные значения [1, 5]. Учитывая многогранность функций иммунной системы – поддержание цитогенетического гомеостаза организма и обеспечение качества потомства [6], участие в процессах адаптации [7] и регуляции онтогенеза [8], а также взаимосвязь иммунореактивности с демографическими процессами в популяции, можно предполагать, что нарушения, регистрируемые у животных из радиоактивно загрязненной среды, связаны со сдвигами в системе иммунитета.

В данной работе показано, что нарушение контролирующей (элиминационной) и регуляторной функций системы иммунитета играет ведущую роль в интенсификации процессов воспроизводства населения мышевидных грызунов в техногенной среде и рассматривается в качестве одного из механизмов развития радиоадаптации.

Цель работы – экспериментальное изучение репродуктивных характеристик лабораторных мышей на фоне иммуносупрессивного воздействия и сравнительный анализ результатов модельного эксперимента с показателями воспроиз-

водства грызунов из зоны ВУРСа и сопредельной территории. В течение 7 дней перед спариванием самкам опытной группы (линия СВА) интраперитонеально вводили иммунодепрессант (Cyclophosphanum), контрольной – физиологический раствор (всего 84 особи). Верификация иммуномодулирующего воздействия проведена по морфофизиологическим показателям и иммуногематологическим параметрам. Рассчитаны показатели плодовитости, эмбриональные потери, учтена суммарная численность потомков, зарегистрирована динамика массы детенышей в раннем онтогенезе. Материалы обработаны на базе программ пакета EXCEL.

Морфофизиологическая верификация действия иммунодепрессанта свидетельствует о высокой достоверности межгрупповых различий практически по всем индексам внутренних органов (табл. 1). В системе гемопоза мышей опытной группы значительно снижена клеточность костного мозга и селезенки, отмечена выраженная лейкопения за счет основных популяций лейкоцитов (нейтрофилов, лимфоцитов), обнаружены структурные изменения лейкоцитов (фестончатый край ядра, более нежная, чем у зрелого лимфоцита, структура ядра). Найденные сдвиги в клетках лейкоцитарного звена приводят к глубоким иммунологическим нарушениям [1, 2].

В эксперименте на фоне угнетенного иммунного статуса самок установлено увеличение (на 10%) доли репродуктивно активных особей и их фертильности (табл. 2), снижение уровня эмбриональных потерь (рис. 1) и доли самок с эмбриональными потерями (рис. 2). Зарегистрированы увеличение общего количества рожденных детенышей и выраженная их гипотрофия в период раннего онтогенеза, выявлено преобладание самок в потомстве (табл. 2). Ранее [9] изменение соотношения полов отмечено у грызунов, обитающих в районах, загрязненных радиоактивными отходами. Вместе с тем известно, что хромосомный механизм определения пола у млекопитающих обеспечивает равное соотношение самцов и самок при рождении, а динамика половой структуры популяции, имея непосредственное отноше-

Таблица 1. Морфофизиологические показатели самок линии СВА на фоне иммунодепрессанта (индекс органов)

Группа	Индекс, %					
	тимуса	сердца	печени	селезенки	почки	надпочечника
Опыт	1.0 ± 0.1**	5.8 ± 0.3**	38.5 ± 1.7*	2.6 ± 0.2**	6.7 ± 0.4	0.6 ± 0.03**
Контроль	2.7 ± 0.1	6.9 ± 0.1	45.2 ± 1.4	5.0 ± 0.2	5.6 ± 0.4	1.0 ± 0.03

Примечание: Индекс органа – отношение массы органа (мг) к массе тела (г).

* Различия достоверны при $p < 0.05$.

** Различия достоверны при $p < 0.001$.

Таблица 2. Общее число детенышей, величина помета и соотношение полов потомков мышей линии СВА

Группа	Общее число детенышей	Среднее число детенышей в помете	Соотношение полов	
			число самок	число самцов
Опыт	217	6.2 ± 0.2*	141	76
Контроль	161	5.2 ± 0.2	79	83

Примечание: * Различия достоверны ($p < 0.001$).

ние к размножению и изменению численности популяции, оказывает некоторое влияние на микроэволюционный процесс [10].

Наблюдаемые сдвиги в характеристиках воспроизводства линейных мышей и ряде параметров у потомков квалифицированы как результат нарушения функциональной активности иммунной системы, что приводит к снижению иммунологического контроля цитогенетического гомеостаза организма и репродуктивной функции. Связь уровня хромосомных нарушений с иммуногематологическими характеристиками на фоне антропогенного стресса убедительно показана на примере видов-двойников обыкновенной полевки (группа *Microtus arvalis*) [11].

Результаты анализа собственных материалов по показателям воспроизводства малых лесных и полевых мышей (*Apodemus uralensis* Pall. и *A. agrarius* Pall.) из зоны ВУРСа и сопредельной территории свидетельствуют о более низкой доле самок с эмбриональными потерями (рис. 2) и уровне эмбриональных потерь у грызунов, населяющих радиационный биогеоценоз (рис. 1). В литературе также имеются указания на увеличение показателей плодовитости и снижение уровня эмбриональной смертности у рыжих полевок (*Clethrionomys glareolus* Schreb.), отловленных на территориях вблизи предприятий медеплавильного производства Среднего Урала [12] и у полевок-экономок (*Microtus oeconomus* Pall.), длительно (70 лет) обитающих на урано-радиевом участке [13]. Феномен увели-

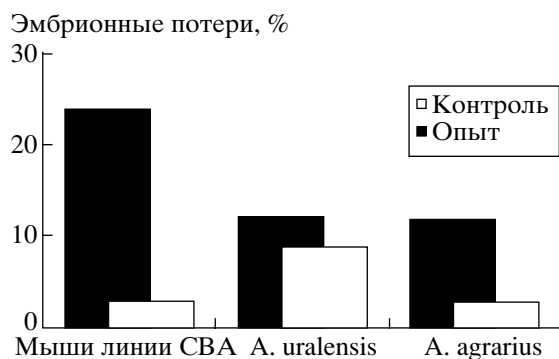


Рис. 1. Эмбриональные потери у мышей (линия СВА) в модельном эксперименте, а также у грызунов из зоны ВУРСа и сопредельной территории

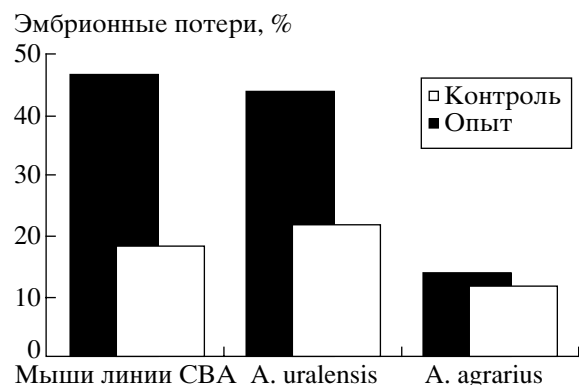


Рис. 2. Доля самок (линия СВА) с эмбриональными потерями в модельном эксперименте и у грызунов из зоны ВУРСа и сопредельной территории

чения размеров выводков при снижении продолжительности жизни и повышении смертности наблюдали у грызунов семейства *Heteromyidae*, облученных в лабораторных условиях (^{137}Cs) [14].

На основе обобщения экспериментальных и литературных данных с материалами полевых наблюдений можно утверждать, что одним из механизмов приспособления, обеспечивающих поддержание численности грызунов в зонах техногенного неблагополучия, является интенсификация процессов воспроизводства, в которых существенная роль принадлежит системе иммунитета. Нарушение контролирующей и регуляторной функций иммунной системы грызунов, населяющих головную часть ВУРСа, приводит к увеличению доли особей, отягощенных генетическим грузом (в результате нарушения выбраковки неполноценного генетического материала на разных стадиях его развития) и сохранению его в генофонде, если приспособленные организмы представляют для популяции репродуктивную ценность.

Обширный материал по нестабильности генома и трансгенерационной трансмиссии радиационно-индуцированной генетической нестабильности потомству [15] указывает на то, что изменение функциональных свойств иммунной системы животных, как адаптивная ценность, служит материалом для естественного отбора.

Таким образом, нарушение контролирующей (элиминационной) и регуляторной функций системы иммунитета играет ведущую роль в интенсификации процессов воспроизводства населения мышевидных грызунов в техногенной среде (не смотря на морфофизиологические и другого рода дефекты и совместимую с жизнью патологию) и рассматривается в качестве одного из механизмов развития радиоадаптации. Автор благодарит к.б.н. И.А. Пашнину и инж. С.М. Усову за участие в проведении эксперимента, асп. М.В. Модорова за участие в отловах грызунов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Любашевский Н. М., Пашина И.А., Тарасов О. В.* В сб.: ВУРС-45: Регион. науч.-практ. конф.. Тр. и материалы. Озерск: Ред.-издат. центр ВРБ, 2002. С. 167–187.
2. *Григоркина Е.Б., Пашина И.А.* // Хроническое радиационное воздействие: Медико-биологические эффекты. Материалы III Междунар. симп. Челябинск, 2005. С. 130–131.
3. *Гилева Э.А., Любашевский Н.М., Стариченко В.И. и др.* // Генетика. 1996. Т. 32. № 1. С. 114–119.
4. *Васильева И.А., Васильев А.Г., Любашевский Н.М. и др.* // Экология. 2003. № 6. С. 445–453.
5. *Ильенко А.И., Крапивко Т.П.* Экология животных в радиационном биогеоценозе. М.: Наука, 1989. 223 с.
6. *Plytycz B., Seljelid R.* // Folia biol. 2002. V. 50. № 3/4. P. 181–189.
7. *Черешнев В.А., Юшков Б.Г., Климин В.Г. и др.* Иммунофизиология. Екатеринбург: УрО РАН, 2002. 258 с.
8. *Давтян Т.К., Геворкян Г.А., Погосян Д.А.* // Успехи соврем. биологии. 2005. Т. 125. № 1. С. 34–40.
9. *Dunaway P.B., Kraus Stephen* // Radioecology In: N.Y.: Reinhold, 1963. P. 333–338.
10. *Большаков В.Н., Кубанцев Б.С.* Половая структура популяций млекопитающих и ее динамика. М.: Наука, 1984. 233 с.
11. *Гилева Э.А., Полявина О.В., Ялковская Л.Э.* // ДАН. 2005. Т. 400. № 3. С. 419–422.
12. *Лукьянова Л.Е., Лукьянов О.А.* // Успехи соврем. биологии. 1998. Т. 118. № 6. С. 699–706.
13. Башлыкова Л.А. Эколого-генетические процессы в популяциях мышевидных грызунов, обитающих в условиях радиоактивных загрязнений: Автореф. дис. канд. биол. наук. Сыктывкар, 2000. 20 с.
14. *French N.R., Maza B.G., Hill H.O. et al.* // Econ. Monogr. 1974. V. 44. № 1. P. 45–72.
15. *Воробцова И.Е.* // Радиц. биология. Радиоэкология. 2002. Т. 42. № 6. С. 639–643.