

ХАРАКТЕР РЕПРОДУКТИВНЫХ ПОТЕРЬ В ПОПУЛЯЦИЯХ РЫЖИХ ПОЛЕВОК ПРИ ТОКСИЧЕСКОМ ЗАГРЯЗНЕНИИ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ

© 1995 г. В. С. Безель, С. В. Мухачева

Представлено академиком В.Н. Большаковым 06.04.95 г.

Поступило 25.04.95 г.

Важнейшим процессом, определяющим жизнеспособность природных популяций млекопитающих в естественных и загрязненных токсическими веществами местообитаниях, является воспроизводство, представляющее собой совокупность трех этапов: 1) оогенеза, в котором в яичниках животных из первичных ооцитов формируется зрелая яйцеклетка; 2) пренатального периода (эмбриогенеза); 3) постнатального периода, включающего развитие животных от рождения до момента полового созревания и вступления в размножение. На каждом из выделяемых этапов репродуктивного цикла нами рассмотрен ряд последовательных стадий, на которых механизмы элиминации (атрезия фолликулов, эмбриональные потери, гибель молодняка и др.) исключают из процесса дальнейшего развития часть репродуктивного материала.

Разные стадии репродуктивного цикла млекопитающих реагируют на воздействие естественных и антропогенных факторов неодинаково. Предполагалось, что степень выраженности репродуктивных потерь на каждом этапе в условиях естественного окружения и при техногенном воздействии будет различной. Исходя из этого, делается попытка выявить наименее резистентные к действию токсического фактора стадии процесса воспроизводства.

Поставленная задача решалась при изучении популяций рыжей полевки (*Clethrionomys glareolus*), обитающих на участках, в разной степени подверженных загрязнению поллютантами (цинк, медь, свинец, кадмий и др.), в районе аэральных выбросов медеплавильного комбината на Среднем Урале.

Исследования проводились в градиенте токсической нагрузки в двух зонах: импактной, расположенной в непосредственной близости (0 - 3 км)

от медеплавильного комбината, и фоновой (контрольной) – в 20 км от источника эмиссии. Животных отлавливали давилками в течение апреля - октября 1990 - 1994 гг. методом ловушко-линий. В ходе полевых исследований отработано 23 тыс. ловушко-суток, отловлено 660 рыжих полевок.

Концентрацию меди, цинка, свинца и кадмия в содержимом желудков рыжих полевок рассматривали в качестве маркеров общей токсической нагрузки на организмы животных. На импактной территории, в сравнении с фоновой, зверьки получали с пищей в 9 раз больше меди, в 5.4 – кадмия, в 2.2 – цинка, в 1.9 – свинца [1].

В соответствии с состоянием зверьков, определяемым спецификой их роста, развития и репродуктивного состояния, выделяли три функционально-возрастные группы: перезимовавших: неполовозрелых сеголеток и половозрелых прибылых животных. Абсолютный возраст полевок определяли по скорости возрастных изменений зубов [2].

Состояние генеративной системы самок оценивали по внешним признакам, а также подсчитывая число эмбрионов и плацентарных пятен в матке, желтых тел – в яичниках [3]. Яичники рыжих полевок (56 особей) подвергали гистологическому исследованию. Серийные срезы толщиной 7 мкм окрашивали гематоксилином-эозином. Анализировали каждый пятый срез, где учитывали количество разных типов фолликулов (примордиальных, однослойных, многослойных) [4]. В качестве показателя интенсивности начальной стадии оогенеза рассматривали количество однослойных фолликулов. Следующая стадия этапа регистрировалась на гистологических препаратах и выражалась в количестве многослойных фолликулов с антрумом (ооцитах, в которых развивающаяся яйцеклетка окружена более чем 3 слоями эпителиальных клеток и имеет четко фиксируемую полость). Интенсивность завершающей стадии оогенеза оценивалась по количеству желтых тел беременности в яичниках, которое обычно соответствует количеству овулировавших яйцеклеток.

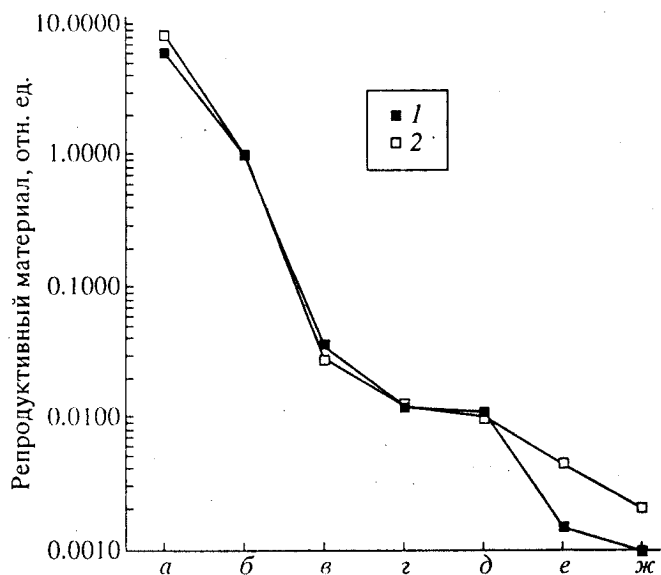


Рис. 1. Динамика репродуктивных потерь в популяциях рыжей полевки в условиях техногенного загрязнения (1) и на фоновом участке (2). а — примордиальные фолликулы, б — однослойные фолликулы, в — многослойные фолликулы; г — желтые тела беременности, д — живые эмбрионы, е — выжившие сеголетки, ж — репродуктивноактивные самки.

Многочисленные исследования, проведенные на мелких млекопитающих, показали, что явление ложной беременности у многих видов встречается довольно редко [5].

Общие (до- и постимплантационные) эмбриональные потери вычисляли как процентную разницу между числом желтых тел беременности в яичниках и количеством жизнеспособных эмбрионов в матке.

Значительную трудность представляла оценка выживаемости рыжих полевок. Смертность сеголеток до выхода из гнезда нами отдельно не рассматривалась, но учитывалась при расчетах выживаемости прибылых зверьков. Данные, полученные в ходе трех туров отловов на протяжении сезона размножения, дополненные информацией о возрасте каждой особи, позволили предложить динамическую модель возрастной структуры популяции рыжей полевки. Идентификация параметров модели с эмпирическими данными по динамике возрастной структуры популяций, обитающих в условиях фоновой и импактной зон, позволила оценить выживаемость сеголеток в летне-осенний период равной 0.44 в первом случае и 0.14 — во втором.

Как завершающую стадию всего репродуктивного цикла мы рассматривали показатель количества самок, участвующих в размножении. К таковым относили беременных животных, а также особей, находящихся в состоянии эструса и лактирующих.

Полученные результаты представлены в виде единого репродуктивного процесса, объединяющего клеточно-тканевые, организменные и популяционные его этапы и стадии (рис. 1). Каждый из обсуждаемых показателей характеризует долю репродуктивных потерь на соответствующей стадии. Представленные в относительных единицах, они позволяют проследить общее снижение репродуктивного потенциала у животных от развития половых клеток у самок до участия в размножении их потомков.

Проведенный анализ показал, что максимальные (более 98%) репродуктивные потери имеют место в оогенезе, причем они одинаковы на фоновом и загрязненном участках. Наиболее резистентными оказались стадии этапа эмбриогенеза, в течение которого репродуктивные потери не превышают 20%. Высокими потерями характеризуются стадии постнатального периода жизни, прямо связанные с качеством среды обитания. Потери репродуктивного материала на данном этапе достигают на фоновой территории 55%, в зоне интенсивного техногенного загрязнения — более 85%.

Таким образом, лишь малая часть первичных фолликулов завершает процесс оогенеза и, будучи оплодотворенной, успешно пройдет стадии внутриутробного развития. Еще меньшая часть может реализоваться в новорожденных и принять участие в последующем размножении. На всем протяжении цикла от однослойных фолликулов до размножающихся самок репродуктивный потенциал снижается на фоновом участке в 900 раз, в импактной зоне — в 1900 раз.

Сравнивая ход репродуктивных потерь на фоновом и импактном участках, отметим, что роль токсического фактора на этапах оогенеза и внутриутробного развития выражена слабо, что свидетельствует о незначительном токсическом действии загрязняющих агентов на организм самок. Заметим, что с момента оплодотворения яйцеклетки и на стадиях эмбрионального развития нельзя исключать вклад самцов, также подверженных воздействию токсикантов.

В наибольшей степени различия проявляются на этапе, прямо связанном с качеством местообитаний. Результатом деградации природной среды (прежде всего фитоценозов) является снижение количества участков, пригодных для обитания зверьков. Нельзя исключать также возможное влияние токсических агентов, поступающих к детенышам во время лактации.

Устойчивость популяций мелких млекопитающих к токсическому загрязнению среды обитания определяется тем, в какой мере им удастся компенсировать повышенную смертность. Как следует из наших данных, наиболее существенной является не средняя величина выводка, а доля

родившихся сеголеток, принявших участие в размножении на этих же участках.

По нашим оценкам каждые 100 самок, дважды в течение сезона участвуя в размножении, потенциально могут дать на фоновой территории 245 прибылых самок, из которых в год рождения размножается от 12.5 до 47.6% особей. На загрязненных участках на 100 размножающихся самок приходится 80 прибылых самок, среди которых половозрелости в год рождения достигают от 33.3 до 100% особей. Обратим внимание на то, что на импактной территории, даже в случае полного участия сеголеток в размножении, 100 размножающихся самок будут иметь в потомстве не более 60 половозрелых самок. Эти оценки показывают, что на территории, подверженной интенсивному техногенному воздействию, популяция рыжей полевки не может поддерживать стабильную численность.

На фоновой территории в потомстве 100 размножающихся самок в год рождения половозрелыми становятся от 30 до 120 самок. Оставшиеся зверьки составляют зимующую (резервную)

часть популяции и дожившие до весны дают приплод. Даже при высокой зимней смертности полевки – до 80% от осенней численности – весной таких животных будет около 50. Таким образом, среди потомков 100 самок в среднем имеется около 120 размножающихся самок. Это говорит о способности населения рыжей полевки фоновой территории к поддержанию стабильной численности.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант 94-04-12866-а).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мухачева С.В., Безель В.С. // Экология. 1995. № 3. С. 23 - 28.
2. Оленев Г.В. // Там же. 1989. № 2. С. 19 - 31.
3. Тупикова Н.В., Швецов Ю.Г. // Зоол. журн. 1956. Т. 35. В. 1. С. 130 - 140.
4. Карлсон Б. Основы эмбриологии по Пэттену. М., 1983. Т. 1. 256 с.
5. Артемьев Ю.Т., Окулова С.М. // В кн.: Микроэволюция. Казань, 1981. В. 1. С. 64 - 74.