

ОБЩАЯ
БИОЛОГИЯ

УДК 598.219:504.74.054

РЕПРОДУКТИВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПТИЦ-ДУПЛОГНЕЗДНИКОВ
В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ

© 1994 г. В. С. Безель, Е. А. Бельский

Представлено академиком В.Н. Большаковым 15.04.94 г.

Поступило 28.04.94 г.

Жизнеспособность популяций птиц в условиях техногенного загрязнения среды обитания в значительной мере определяется интенсивностью процессов воспроизводства. Этот важнейший популяционный показатель включает в себя оценки нескольких последовательных этапов, характеризующихся размером кладки, количеством вылупившихся птенцов, процессами выкармливания, роста и развития птенцов, а также количеством слетков на размножавшуюся пару. Значимость этих этапов заключается не только в высокой чувствительности к токсическому воздействию ранних стадий онтогенеза, но и в том, что последующие стадии пререпродуктивного периода у молодых птиц характеризуются значительной пространственной дисперсией даже у оседлых видов. Именно методическая доступность гнездового периода позволяет вскрыть механизмы токсического воздействия поллютантов на процессы воспроизводства у птиц.

В окрестностях медеплавильного завода на Среднем Урале изучали влияние атмосферных выбросов на размножение большой синицы (*Parus major*) и мухоловки-пеструшки (*Ficedula hypoleuca*).

Искусственные гнездовья были вывешены в одном коренном типе леса (пихто-ельник с примесью сосны и мелколиственных пород), в импактной (1 - 2.5 км от завода), буферной (4 - 4.5 км) и фоновой (20 км) зонах.

Основные загрязнители, содержащиеся в выбросах медеплавильного завода, — тяжелые металлы, двуокись серы, фториды. Упомянутые металлы мы рассматриваем в качестве маркеров многокомпонентного промышленного загрязнения.

Валовое выпадение меди, цинка и свинца за зиму 1989 - 1990 гг., определяемое по содержанию элементов в снеге, на контрольном участке составило 39.2 ± 4.9 , 29.6 ± 2.2 и 8.4 ± 0.7 мг/м² соответственно. Валовое выпадение этих металлов в им-

пактной и буферной зонах превысило фоновое по меди в 5.2 и 1.7 раза, по цинку в 4.6 и 1.7 раза, по свинцу в 5.5 и 1.6 раза.

Рассматриваемый показатель загрязнения снежного покрова не отражает в полной мере прямое токсическое воздействие на птиц, так как не учитывает важнейшие экологические характеристики изученных видов (пищевые рационы, характер контакта с территорией и др.), способные в значительной степени модифицировать реальную токсическую нагрузку. Нам представляется целесообразным в качестве таковой рассматривать содержание тяжелых металлов в желудочно-кишечном тракте и фекалиях птиц. Этот показатель отражает концентрации металлов в корме животных.

Суммарную нагрузку определяли в каждой выделенной зоне как превышение концентраций тяжелых металлов над фоновым уровнем:

$$S = \frac{1}{n} \sum_{*}^{+} \frac{C_{ij}}{C_{i\phi}} \text{ отн. ед.},$$

где суммирование ведется по n токсическим элементам, C_{ij} — концентрация i -го элемента в желудочно-кишечном тракте и фекалиях птиц (птенцов) в зоне j , $C_{i\phi}$ — концентрация того же элемента в желудочно-кишечном тракте и фекалиях птиц на фоновой территории.

Определяемая подобным образом суммарная токсическая нагрузка оказалась максимальной у мухоловки-пеструшки на импактной территории (9,97 отн. ед.), у большой синицы там же — 3.81 отн. ед.

В качестве важнейших репродуктивных показателей нами рассматриваются следующие.

1. Плодовитость, определяемая средним размером кладки. Наиболее сильное снижение плодовитости в импактной зоне отмечено у мухоловки-пеструшки: с 6.61 на фоновой территории до 4.43. Размер кладки большой синицы мало изменялся в градиенте загрязнения.

2. Доля брошенных кладок. Речь идет об оставлении самками незаконченных кладок.

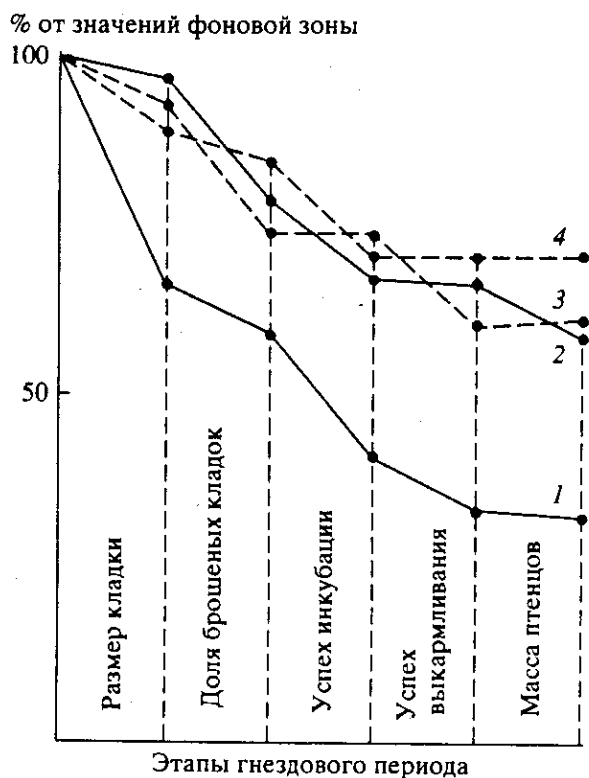


Рис. 1. Влияние техногенного загрязнения на репродуктивные показатели дуплогнездящих. 1, 2 – мухоловка-пеструшка в импактной (1) и буферной (2) зонах; 3, 4 – большая синица в импактной (3) и буферной (4) зонах.

Их доля в импактной зоне составила у мухоловки-пеструшки 31.0% при 3.9% на фоновой территории, у большой синицы 29.0% при отсутствии брошенных кладок в контроле. В основе этого явления, вероятно, лежит нарушение поведения размножающихся самок вследствие воздействия токсикантов. Усиление пресса хищников в импактной зоне маловероятно, так как мы не наблюдали увеличения обилия орнитофагов вблизи завода.

3. Успешность инкубации, определяемая долей вылупившихся птенцов от количества яиц в кладке (без учета брошенных кладок). Этот показатель наиболее сильно изменялся у мухоловки-пеструшки в импактной зоне (почти в 2 раза). В остальных вариантах успешность инкубации снижалась незначительно.

4. Успешность выкармливания отражает долю птенцов, доживших до вылета из гнезда, от количества вылупившихся. Достоверное уменьшение этого показателя отмечено у мухоловки-пеструшки в импактной зоне (в 1.2 раза).

5. Масса птенцов перед вылетом из гнезда. Выживание молодых в период перехода к самостоятельной жизни определяется степенью развития слетков, их физиологическим и

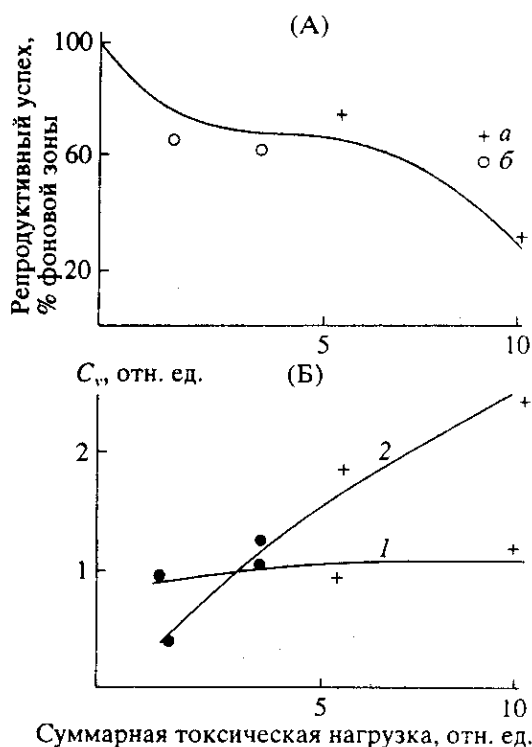


Рис. 2. А – зависимость репродуктивного успеха от величины суммарной дозовой нагрузки; Б – коэффициенты вариации C_v показателей массы птенцов (1) и величины кладок (2) в зависимости от суммарной токсической нагрузки. а – мухоловка-пеструшка; б – большая синица.

функциональным состоянием к моменту вылета из гнезда. К таким важнейшим характеристикам принадлежит масса птенцов накануне вылета из гнезда, характеризующая энергоресурсы слетков и обуславливающая их выживаемость в первый год жизни [1]. Этот показатель у изученных нами видов уменьшается при увеличении токсической нагрузки. Следовательно, можно полагать, что птенцы из гнезд в загрязненных зонах имеют меньше шансов на выживание в первый период самостоятельной жизни. Недостовверное снижение массы птенцов мухоловки-пеструшки в импактной зоне, вероятно, связано с меньшими размерами выводков в зоне максимального загрязнения. Токсическое воздействие поллютантов на рост птенцов здесь, по-видимому, частично компенсируется увеличением количества корма, приходящегося на каждого птенца.

Результаты проведенного анализа этапов гнездового периода птиц приведены на рис. 1. Максимальное проявление токсического воздействия отмечено у мухоловки-пеструшки на импактной территории. Характерно, что наибольший вклад в общее поражение репродуктивного цикла в этих условиях вносит снижение величины кладок и успешности инкубации, т.е. те этапы, ко-

торые прямо связаны с токсическим влиянием на родительские пары. Ожидаемое прямое воздействие поллютантов на потомство (успешность выкармливания и связанное с ним состояние птенцов на момент вылета) выражено в меньшей степени.

Отметим также, что выраженность токсических эффектов у большой синицы на всех участках и у мухоловки-пеструшки в буферной зоне практически совпадает. На рис. 2А отражен результирующий репродуктивный успех как функция суммарной токсической нагрузки. На приводимой дозовой зависимости в диапазоне рассмотренных токсических нагрузок выделено три характерных участка.

При начальных уровнях воздействия при минимальных дозах, не превышающих 1.7 отн. ед. (большая синица на буферной территории), отмечено примерно 40% снижения репродуктивного успеха. Из рис.1 следует, что это снижение обусловлено примерно равным вкладом всех рассматриваемых этапов гнездового периода.

Следующий участок дозовой зависимости характеризуется постоянством токсического эффекта независимо от вида животных и величины токсической нагрузки (диапазон от 1.7 до 6.0 отн. ед.). Отметим при этом, что видовая специфичность ответа локальных популяций птиц на техногенное загрязнение среды обитания определяется, по-видимому, лишь различиями суммарной токсической нагрузки, т.е. фактически сводится к видовой специфике пищевых рационов. Для млекопитающих это было показано ранее [2].

Последний участок дозовой зависимости (свыше 6.0 отн. ед.) характеризуется резким снижением репродуктивного успеха (в нашем случае до 30%) главным образом за счет уменьшения величины кладок и снижения успешности инкубации.

С нашей точки зрения, важным аргументом в пользу токсической обусловленности наблюдаемых отклонений репродуктивного цикла является изменение вариабельности рассматриваемых показателей в градиенте токсической нагрузки.

На рис. 2Б проанализированы коэффициенты вариации (C_v) двух показателей: величины кладки и массы птенцов к моменту вылета из гнезда. Согласно изложенному выше, наибольшие изменения соответствуют первому показателю. Это подтверждает и закономерный рост C_v величины кладок в градиенте нагрузки при практическом постоянстве этого показателя для массы птенцов.

Таким образом, в условиях техногенного загрязнения среды наибольшую токсическую нагрузку, определяемую по уровню тяжелых металлов в желудочно-кишечном тракте и фекалиях птиц, из изученных видов испытывает мухоловка-пеструшка.

Наибольший вклад в общее поражение репродуктивных функций вносит снижение величины кладок и успешности инкубации, т.е. этапы, прямо обусловленные состоянием родительских пар.

Дозовая зависимость "суммарная токсическая нагрузка-репродуктивный успех" носит немонотонный характер, отражая резкое снижение репродуктивных возможностей на начальном этапе воздействия и при нагрузках свыше 6.0 отн. единиц.

Видовая специфичность реакции локальных популяций птиц на загрязнение среды прямо связана с видовым своеобразием их пищевых рационов.

Изменчивать наиболее чувствительных к загрязнению репродуктивных показателей возрастает в градиенте токсической нагрузки.

Работа выполнена при содействии Российского фонда фундаментальных исследований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Perrins C.M. // J. Anim. Ecol. 1965. V.34. №3. P.601 - 647.
2. Безель В.С. Популяционная экотоксикология млекопитающих. М.: Наука, 1987. 129 с.