

# ЭКОЛОГИЯ

Журнал основан в 1970 году

№ 5 1984 г.

При водообмене  $0,5 \text{ км}^3/\text{год}$  за  $t$  лет на  $1 \text{ м}^2$  поверхности дна отложится  $R_{\text{Cs}} = 4,8 \cdot 10^{-8} \cdot (1 - \exp(-0,023 t)) / 0,023 \text{ Ки } ^{137}\text{Cs}$  и  $R_{\text{Co}} = 3,9 \cdot 10^{-8} \cdot (1 - \exp(-0,13 t)) / 0,13 \text{ Ки } ^{60}\text{Co}$ . Время достижения поверхностной концентрации загрязнения дна в  $10^{-6} \text{ Ки}/\text{м}^2$  составит около 30 лет. При водообмене  $0,1 \text{ км}^3/\text{год}$  это время сокращается наполовину и составляет 15 лет.

Можно рассмотреть вариант модели, когда концентрация радионуклидов в воде меняется по годам. В этом случае, согласно данным Волленвейдера, будем считать поток в седименты  $\tilde{Q}_{\text{сед}}$  пропорциональным содержанию радионуклида в водной толще, т. е.  $\tilde{Q}_{\text{сед}} = \sigma \cdot V \cdot [m \Sigma]$ . Подставив это выражение в (1) и (4) и последовательно интегрируя, получим окончательное выражение для поверхностной плотности содержания радионуклида на дне водоема:

$$R_A(t) = \frac{\sigma z I}{\lambda (\rho + \sigma + \lambda)} (1 - e^{-(\rho + \sigma + \lambda)t}) (1 - e^{-\lambda t}). \quad (6)$$

Формула (6), хотя и обладает большей общностью, чем (5), однако содержит известный параметр  $\sigma$ , который подлежит экспериментальному определению. В качестве предварительной оценки можно использовать результаты Волленвейдера, согласно которым приближенное значение  $\sigma$  равно  $10/z$  при  $z > 10 \text{ м}$  и  $\sqrt{\rho}$  для водоемов с глубиной менее 10 м.

Предложенная схема расчета включает в себя простейшие гидрологические и экологические характеристики водоемов, доступные для непосредственного измерения. Получение и анализ таких материалов по различным водоемам несомненно будет способствовать решению задачи о радиозэкологическом нормировании поступления радионуклидов в гидросферу.

Поступило в редакцию —  
10 ноября 1983 г.

## ЛИТЕРАТУРА

- Сафонова Н. Г., Питкянен Г. Б. Миграция долгоживущих радионуклидов в грунтах непроточных водоемов. — В кн.: Теоретические и практические аспекты действия малых доз ионизирующих излучений. Сыктывкар: Ин-т биологии Коми филиала АН СССР, 1973, с. 162—169.
- Тимофеева-Ресовская Е. А. Распределение радионуклидов по основным компонентам пресноводных водоемов. Свердловск: Ин-т биологии Урал. филиала АН СССР, 1963, 78 с.
- Wollenweider R. A. Input-Output models with special reference to the phosphorus loading concept in limnology. — Schweiz. Z. Hydrologie, 1975, 37, S. 53—84.
- Wollenweider R. A. Advances in defining critical loading levels for phosphorus in lake eutrophication. — Mem. Ist. Ital. Idrobiol., 1976, 33, p. 53—83.

УДК 595.762

## ИЗМЕНЕНИЕ ФЕНОТИПИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ПОПУЛЯЦИИ ЯМЧАТОТОЧЕЧНОЙ ЖУЛИЦИ В МЕСТАХ, ИЗМЕНЕННЫХ РЕКРЕАЦИЕЙ

В. М. Емец

В литературе нет сведений об особенностях динамики свойств (кроме плотности) популяций и внутривидовых группировок почвенных беспозвоночных, подвергающихся рекреационному воздействию. Ямчатоточечная жулици (*Pterostichus oblongipennis* F.) — один из наиболее массовых и типичных для лесов видов жулици. Популяции этого вида характеризуются полиморфизмом имаго по важному в таксономическом отношении морфологическому признаку — числу ямок на надкрыльях: в большинстве случаев (80—90%) на каждом надкрылье отдельной особи имеется 5 или 6 ямок, редко 4, 7, 8 и очень редко — 3, 9—12 (рис. 1). Имаго популяции ямчатоточеч-

ной жужелицы можно сгруппировать в два фенотипических класса: «малоямчатые» (I фенотипический класс по нашей терминологии) — особи с 3—5 ямками на левом надкрылье и «многоямчатые» (II фенотипический класс) — особи с 6—12 ямками. Соотношение особей двух фенотипических классов характеризует состояние популяции ямчатоточечной жужелицы (Воег, 1968).

В начале и середине сезона размножения (конец марта — июнь<sup>2</sup>) популяции содержат размножающихся и неразмножающихся самок, причем доля неразмножающихся самок различна в разных популяциях и колеблется по годам (Heesep, 1980). Доля неразмножающихся особей в I и II фенотипических группах самок использованы в качестве второго признака группировки.

Исследования проводили в 1974—1982 гг. в разнотравно-злаковой дубраве у водохранилища (северная окраина Воронежа) на двух учетных площадках. Первая учетная площадка располагалась в непосредственной близости от водохранилища и подвергалась рекреационной нагрузке (в 1974—1975 гг. — 1—2 чел./га, в 1976—1979 гг. — 2—3 чел./га, в 1980—1982 гг. — 4—6 чел./га). На этой площадке на протяжении 1974—1982 гг. происходила рекреационная дигрессия лесного фитоценоза от I стадии до II (Казанская, 1972). Вторая учетная площадка, удаленная от первой на расстояние око-

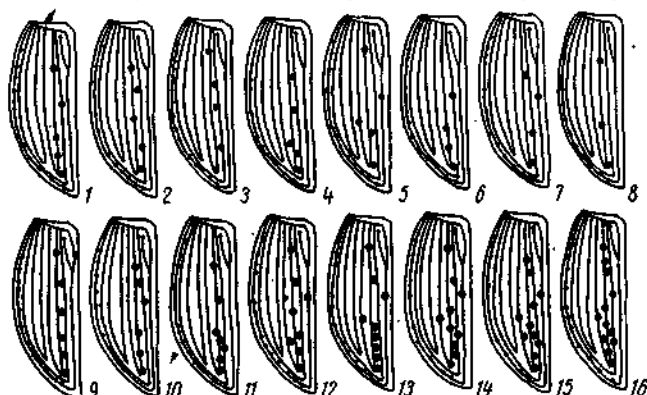


Рис. 1. Изменчивость числа ямок на надкрыльях имаго ямчатоточечной жужелицы в популяции из окрестностей Воронежа:

1—8 — особи I фенотипического класса (с 3—5 ямками на левом надкрылье); 9—16 — особи II фенотипического класса (с 6—12 ямками на левом надкрылье).

0,5 км в глубь лесного массива, служила контролем (она относительно мало посещалась людьми и рекреационная дигрессия фитоценоза на ней не отмечена).

Значения критерия Вилкоксона—Манна—Уитни ( $U_{экс}$ ) для сравнения параметров группировки самок ямчатоточечной жужелицы с рекреационной (А) и малопосещаемой (Б) площадок

Годы	Сравнение долей самок I (II) фенотипического класса в выборках с А и Б	Сравнение долей неразмножающихся особей в I фенотипической группе самок с А и Б	Сравнение долей * неразмножающихся особей во II фенотипической группе самок с А и Б
1974—1977	3*	7*	3,5*
1974—1978	5*	11*	5*
1974—1979	6*	17*	5**
1974—1980	6**	23,5*	5**
1974—1981	8**	32*	7,5**
1974—1982	9**	39,5*	9,5**

\* Нулевая гипотеза принимается.

\*\* Нулевая гипотеза отвергается.

На каждой учетной площадке ежегодно в середине сезона размножения (в середине мая — середине июня) отлавливали банками-ловушками 140—350 самок. В лабо-

<sup>1</sup> Учитывали число ямок на левом надкрылье с целью стандартизации методики, так как число ямок на левом и правом надкрыльях у жуков ямчатоточечной жужелицы может быть различным (флуктуирующая асимметрия билатеральных морфологических структур).

<sup>2</sup> Молодые свежевзлупившиеся жуки появляются в середине июля.

раторных условиях каждую пойманную самку осматривали, регистрируя число ямок на левом надкрылье и соответственно определяя принадлежность к I или II фенотипическому классу, и вскрывали, отмечая наличие или отсутствие яиц. Поскольку распределение изучаемых свойств оказалось в ряде случаев ненормальным, для сравнения рассеяния использовали непараметрический критерий Вилкоксона—Манна—Уитни (для случая двух независимых выборок), который по эффективности способен конкурировать с  $t$ -критерием (Глотов и др., 1982).

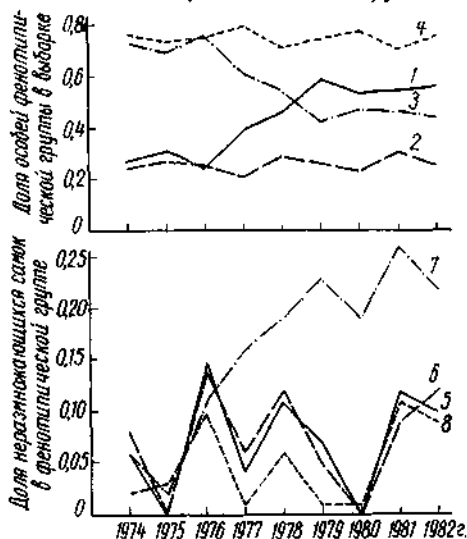
В 1974—1979 гг. на рекреационной и малопосещаемой площадках были получены сходные ( $P > 0,05$ ) данные по доле самок I и II фенотипических классов (см. рис. 2 и таблицу). Сходная фенотипическая структура, малая удаленность первой площадки от второй и отсутствие видимых преград между ними (между площадками мог существовать обмен особями) позволяют считать эти группировки частями одной популяции.

В 1980—1982 гг. группировки самок на рекреационной и малопосещаемой площадках достоверно ( $P < 0,05$ ) различались по фенотипической структуре: на первой наблюдалось резкое увеличение доли особей I фенотипического класса (и соответствующее понижение доли особей II класса), тогда как группировка самок на малопосещаемой площадке характеризовалась стабильным соотношением особей разных фенотипических классов.

В 1974—1982 гг. доли неразмножающихся особей в I фенотипической группе и в

Рис. 2. Динамика параметров группировок самок в популяции ямчатоточечной жулици на рекреационной (1, 3, 5, 7) и малопосещаемой (2, 4, 6, 8) площадках в 1974—1982 гг. (окрестности Воронежа):

1, 2 — доля особей I фенотипической группы в выборке; 3, 4 — доля особей II фенотипической группы в выборке; 5, 6 — доля неразмножающихся самок в I фенотипической группе; 7, 8 — доля неразмножающихся самок во II фенотипической группе.



1974—1978 гг. во II группе на обеих площадках были сходными ( $P > 0,05$ ). В 1979—1982 гг. группа самок II класса фенотипов на рекреационной площадке содержала повышенную долю неразмножающихся особей и достоверно ( $P < 0,05$ ) отличалась по доле неразмножающихся особей от II группы самок на малопосещаемой площадке.

Вслед за изменением соотношения размножающихся и неразмножающихся самок позже на один год на рекреационной площадке изменилось соотношение фенотипических групп. Таким образом, увеличение доли неразмножающихся самок затронуло лишь небольшую часть популяции насекомого и привело к фенотипическому (и соответственно генотипическому) преобразованию внутрипопуляционной группировки. Вероятно, оно скажется на всей популяции, так как уменьшение доли размножающихся особей в какой-либо фенотипической группе не может не повлиять на ее общую численность и, в конечном итоге, на соотношение особей различных фенотипических классов внутри популяции. Полученные данные позволяют расширить представление об экологических механизмах генотипического преобразования популяций (Шварц, 1980).

Фенотипическое преобразование группировки ямчатоточечной жулици на рекреационной площадке нельзя не считать ответом на изменение условий среды в результате интенсивной рекреационной нагрузки. Установлена корреляция доли «малоямчатых» (I фенотипический класс) имаго ямчатоточечной жулици с уменьшением влажности лесной подстилки в период развития личинок (май — август предыдущего года) (Воег, 1968). Тонкая лесная подстилка характеризуется особенно неустойчивым (зависимым от количества осадков) и зачастую неблагоприятным для развития личинок ямчатоточечной жулици режимом влажности (Воег, 1968). Интенсивная рекреационная нагрузка, несомненно, ухудшает режим влажности почвы в лесном биоценозе, ведет к уплотнению лесной подстилки (Казанская, 1972). В данном случае изменение фенотипической структуры внутрипопуляционной группировки ямчатоточечной жулици служит показателем неблагоприятных условий существования данного вида и отражает деградацию лесного биоценоза.

## ЛИТЕРАТУРА

- Г л о т о в Н. В., Ж и в о т о в с к и й Л. А., Х о в а н о в Н. В., Х р о м о в - Б о р н с о в Н. Н. Биометрия. Л.: Изд-во ЛГУ, 1982, 264 с.
- К а з а н с к а я Н. С. Изучение рекреационной депрессии естественных группировок растительности. — Изв. АН СССР, сер. геогр., 1972, № 1, с. 52—59.
- Ш в а р ц С. С. Экологические закономерности эволюции. М.: Наука, 1980, 278 с.
- В о е г Р. J. den. Fluctuations in morph frequency in catches of the groundbeetle *Pterostichus oblongopunctatus* F. and its ecological significance. — *Belmontia*, 1968, 13, № 2, p. 1—20.
- Н e e s s e n H. J. L. Egg production of *Pterostichus oblongopunctatus* (Fabricius) (Col., Carabidae) and *Philonthus decorus* (Gravenhorst) (Col., Staphylinidae). — *Neth. J. Zool.*, 1980, 30, № 1, p. 35—53.

УДК 591.82—599.322