

ПОЛОВАЯ И ФЕНОТИПИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИИ  
*PTEROSTICHUS OBLONGOPUNCTATUS* F. (COLEOPTERA, CARABIDAE)  
В ОКРЕСТНОСТЯХ СРЕДНЕУРАЛЬСКОГО МЕДЕПЛАВИЛЬНОГО ЗАВОДА

Бельская Е.А.

Институт экологии растений и животных УрО РАН

Каждая популяция обладает уникальным генофондом и оригинальной структурой. Структура популяции определяет особенности ее функционирования и динамики. Так, половозрастной состав популяции характеризует ее репродуктивный потенциал. Важная составляющая структуры - фенотипический состав - отражает адаптивную стратегию популяции. Структура популяции формируется в результате адаптации к конкретным условиям среды. Воздействие антропогенных факторов приводит к модификации структурно-функциональных характеристик природных популяций. Излюбленным объектом исследований структуры популяций наземных беспозвоночных при различных видах антропогенного воздействия являются жужелицы. Исследования структурно-функциональной организации популяций жужелиц в экстремальных условиях показали, что наряду со снижением обилия видов в районах, подверженных повышенному антропогенному воздействию, в ряде случаев изменяется и морфометрический состав популяции, что может служить индикатором неблагоприятных условий существования (Бутовский, 2001, Емец, 1984, 2002). Наиболее полно изучено изменение морфометрических показателей при рекреационном и автодорожном воздействии, менее – в условиях промышленного загрязнения. В качестве объекта исследований часто используется жужелица ямчатоточечная (*Pterostichus oblongopunctatus* F.) - широко распространенный палеарктический вид с развитой микроскульптурой надкрылий и хорошо изученной биологией и экологией (Brunsting, 1981; Paarmann, 1965; Heerdt et al, 1976).

В задачи настоящего исследования входило определить половую и фенотипическую структуру группировок *P. oblongopunctatus* на участках леса, подверженных различной степени промышленного воздействия.

#### МЕТОДЫ И ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Работу проводили в 2003 г. в зоне действия Среднеуральского медеплавильного завода (СУМЗ), г. Ревда, Свердловской области, действующего с 1940 г. Основные поллютанты - двуокись серы (выбросы 43 тыс.т в год) и адсорбированные на твердых частицах токсические элементы (Cu, Zn, As, Pb, Cd и др.).

Жуков отлавливали почвенными ловушками в мелколиственном (1) и темнохвойном (2) лесу с мая по сентябрь непрерывно в течение 5-7 дней с пятидневными интервалами. Исследования проводили в трех зонах токсической нагрузки: фоновой, буферной и импактной. Фоновые участки расположены в 16 км (1) и 20 км (2), буферные - в 6 км на запад, импактные – 1 (1) и 1,5 (2) км на юго-запад от завода. Для импактной зоны характерно повышение кислотности почвы по сравнению с фоновой, увеличение мощности подстилки, накопление тяжелых металлов в почве и подстилке, обеднение травостоя и увеличение мохового покрова (Воробейчик и др., 1994). Содержание тяжелых металлов в почве импактной зоны превышает фоновое более чем в 1,5 - 40 раз, в подстилке – 2,5-100 раз.

Половую структуру определяли по доле самок в исследуемой группировке (далее – локальной популяции). При определении фенотипической структуры популяции самок и самцов рассматривали отдельно. В качестве показателей внутривидового разнообразия использовали среднее число морф ( $\mu$ ) и долю редких морф ( $h$ ), при сравнении степени сходства локальных популяций рассчитывали показатель сходства ( $r$ ) (Животовский, 1982). В качестве показателя стабильности развития на популяционном уровне использовали коэффициент флуктуирующей асимметрии, равный дисперсии различий количества ямок на левом и правом надкрыльях ( $\sigma_d^2$ ) (Емец, 1984), а также долю асимметричных особей. Морфы жужелиц выделяли по количеству ямок в центральной части левого надкрылья (между

первой и пятой бороздками). К первой (I) группе фенотипов относили жуков с 3-5 ямками, ко второй (II)- 6 и более ямок. Разность между долями оценивали по методу ф-преобразования Фишера с введением поправки Йейтса (Лакин, 1990).

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Сезонная динамика активности *P. oblongopunctatus* в обоих типах леса характеризовалась пиком в мае-июне и резким снижением в последующие месяцы. В мелколиственном лесу был отмечен небольшой подъем активности во второй декаде августа. При сравнении двух типов леса на фоновой территории отмечено, что средняя за сезон динамическая плотность в мелколиственном лесу была выше, чем в темнохвойном: соответственно  $5.5 \pm 0.7$  и  $2.1 \pm 0.4$  особей на 10 ловушко-суток. Обилие самок во втором типе леса было меньше, чем в мелколиственном, причем это снижение выражено сильнее, чем у самцов. Изменение динамической плотности этого вида в градиенте загрязнения имело характер тенденции и имело разную направленность в разных типах леса. В мелколиственном лесу наблюдалось некоторое снижение динамической плотности от фоновой зоны к импактной за счет резкого снижения обилия самцов, в темнохвойном – повышение в результате увеличения обилия самок. Отмечено достоверное влияние биотопа, а также совместное влияние биотопа и загрязнения на динамическую плотность *P. oblongopunctatus* ( $F=16.03$ , и  $F=10.94$  соответственно).

Структуру локальных популяций *P. oblongopunctatus* определяли во время весеннего пика активности (с 21 по 26 мая).

Половой состав локальных популяций в рассматриваемых биотопах на фоновой территории различался: доля самок составила в мелколиственном лесу 44.5%, в темнохвойном 29.9%. В пределах каждого биотопа доля самок достоверно увеличивалась в импактной зоне по сравнению с фоновой: до 63.1% в мелколиственном, 51.2% в темнохвойном лесу. Известно, что *P. oblongopunctatus* избегает слишком холодных и влажных мест, предпочитает местообитания с мягким гумусом. В темнохвойных лесах соотношение полов этого вида сдвигается в сторону преобладания самцов (Brunsting, 1981; Szyszko, 1975). Поэтому меньшая доля самок в темнохвойном лесу по сравнению с мелколиственным на фоновой территории может служить показателем неблагоприятных условий среды, обусловленных особенностями фитоценозов и микроклимата сравниваемых биотопов. Сухие и разреженные хвойные леса импактной зоны, по-видимому, более соответствуют экологическому преферендуму *P. oblongopunctatus*, чем темные и влажные древостои фоновой территории. Это приводит к увеличению общего обилия и доли самок в локальной популяции. Можно также предположить, что повышение доли самок в импактной зоне представляет собой компенсаторный механизм, направленный на поддержание численности популяции в условиях высокой токсической нагрузки и сокращения общего обилия вида.

По литературным данным у этого вида известно 10 морф (от 3 до 12 ямок) (Емец, 1984). В районе исследований отмечено 8 морф (3-10 ямок на левом надкрылье), модальные классы составляют морфы с 5 и 6 ямками. По среднему количеству морф и соотношению групп фенотипов локальные популяции мелколиственного и темнохвойного леса не различались между собой. Не обнаружено достоверных различий по этим показателям и между зонами загрязнения в пределах одного биотопа. В то же время доля редких морф у самцов в темнохвойном лесу достоверно снижалась в импактной зоне по сравнению с фоновой и буферной зоной. По показателю сходства локальные популяции мелколиственного леса были близки, его величина при сравнении зон загрязнения достоверно не отличалась от единицы ни у самок, ни у самцов. В темнохвойном лесу частоты встречаемости морф различались у выборок самок из фоновой и буферной зон ( $r=0.770$ ,  $I=32.44$ ), а также у выборок из буферной и импактной зон ( $r=0.821$ ,  $I=32.90$ ). В фоновой и импактной зонах преобладали морфы с 5 и 6 ямками, в буферной - с 4 и 5 ямками.

Распределение величин разности в количестве ямок на левом и правом надкрылье у самок и самцов во всех зонах загрязнения обоих типов леса было близко к нормальному, что позволило применить метод дисперсионного анализа при обработке полученных результатов. Нами не обнаружено достоверного влияния на уровень асимметрии ни одного из рассматриваемых факторов: пол, биотоп, зона загрязнения. Попарное сравнение долей асимметричных особей между мелколиственным и темнохвойным лесом показало достоверное снижение доли асимметричных самцов в темнохвойном лесу в буферной зоне ( $t=2.34$ ,  $p<0.05$ ).

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные результаты позволяют заключить, что по ряду показателей структура локальных популяций *P. oblongopunctatus*, темнохвойного леса отличается от таковой в мелколиственном лесу. Наибольшие изменения фенотипической структуры популяции этого вида в градиенте техногенного загрязнения происходят в темнохвойном типе леса.

Работа выполнена в рамках проектов РФФИ-Урал 04-04-96104 и 04-04-96129.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Бутовский О.Р. 2001. Устойчивость комплексов почвообитающих членистоногих к антропогенным воздействиям. М. 321 с.

Воробейчик Е.Л., Садыков О.Ф., Фарафонов М.Г. 1994. Экологическое нормирование техногенных загрязнений наземных экосистем. Екатеринбург: Наука. 280 с.

Емец В.М. Изменение фенотипической структуры популяции ямчатоточечной жужелицы в местах, измененных рекреацией. Экология. 1984. №5, с.85-87.

Емец В.М. Пространственно-временная динамика разнообразия животного населения почв на рекреационно используемых и заповедных лесных территориях (на примере крупных почвенных беспозвоночных Усманского бора). Воронеж. 2002. 138 с.

Животовский Л.А. Показатели популяционной изменчивости по полиморфным признакам. Фенетика популяций. М.: Наука. 1982. С. 38-44.

Лакин Г.Ф. Биометрия. М.: Высшая школа. 1990. 352 с.

Brunsting A.M.H. Distribution patterns, life cycle and phenology of *Pterostichus oblongopunctatus* F. (Col., Carabidae) and *Philonthus decorus* Grav. (Col., Staphylinidae). Netherlands J. of Zoology. 1981. V. 31. N 2, p. 418-452.

Heerd P.F., Blokhuis B., Haafte C. The reproductive cycle and composition of a population of *Pterostichus oblongopunctatus* (Fabricius) in the Netherlands (Coleoptera: Carabidae). Tijdschrift voor entomologie. 1976. Deel 119, afl. 1, p. 10-13.

Paarmann W. Vergleichende Untersuchungen über zweier Carabidenarten (*P. angustatus* DFT. und *P. oblongopunctatus* F.) an ihre verschiedenen Lebensräume. Z. Wiss. Zool. 1966. Bd. 174, N 1-2, s. 83-176.

Szyszk J. Male-to-female ratio in *Pterostichus oblongopunctatus* (Coleoptera: Carabidae) as one characteristic of a population. Pedobiologia. 1976. Bd. 16, s. 51-57.

*Популяции в пространстве и времени. Сб. мат-в докл VIII Всероссийского популяционного семинара. Н. Новгород. 2005. С. 35-37.*