



ЖУКИ-МЕРТВООБЫ (*COLEOPTERA; SILPHIDAE*) - БИОИНДИКАТОРЫ СОСТОЯНИЯ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ

С.И. Сигида, С.В. Пушкин

COLEOPTERA; SILPHIDAE AS THE BIO INDICATORS OF FOREST ECOSYSTEM CONDITIONS

S.I. Sigida, S.V. Pushkin

*Model species-stenotypes have been found in the Stavropol forests. Reproduction and ova viability indices of *N. littoralis* collected in the regions of the Territory different in the degree and quality of man-caused pollution have been investigated. As a result of the research regularities reflecting the influence of the pollution upon the population indices of the species have been determined. The scale for the estimation of forest ecosystem condition is suggested.*

*В лесах Ставрополя выявлены модельные виды-стенотопы. Были изучены показатели плодовитости и жизнеспособности яиц *N. littoralis*, собранных в разных по степени и качеству техногенного загрязнения пунктах края. В результате выявлены закономерности отражающие действие загрязнений на популяционные показатели вида. Предлагается шкала для оценки состояния лесных экосистем.*

УДК 595.763.21

Многообразие поллютантов и видов техногенного загрязнения окружающей среды на современном этапе развития человеческого общества исчисляется тысячами наименований. Поэтому невозможно определить содержание конкретного поллютанта в различных компонентах среды и оценить его токсичность. В связи с этим становится необходимым использовать интегральные показатели качества окружающей среды, в частности биоиндикаторы (организмы, присутствие или отсутствие, количество и особенности развития которых, отвечают тем или иным состояниям окружающей среды).

В литературе освещаются ответные реакции насекомых на загрязнение окружающей среды на организменном, популяционном, биоценотическом уровнях [5; 15]. При оценке влияния техногенной нагрузки на разные группы насекомых в качестве основного показателя используется численность популяции, оцениваемая в природных условиях [12; 13; 18; 2]. Данных, характеризующих состояние популяций на основании изменения биологических параметров таких как, жизнеспособность, плодовитость, мало [14; 3].

Индикация среды с помощью биологических объектов – одно из направлений современных зооэкологических исследований. Выявление видов-индикаторов [10], позволяет более точно оценить экологическое состояние биоценоза.

В задачу настоящей работы входило оценить состояние популяций видов жуков-



мертвоедов, собранных из городов Ставропольского края и их окрестностей, имеющих на своей территории лесные биоценозы, и естественных природных лесных экосистем Центрального Предкавказья. Установить зависимость между степенью техногенной нагрузки и популяционными показателями.

Материал и методика

В работе использованы коллекционные материалы музея кафедры зоологии СГУ (Ставрополь), Ставропольского краеведческого музея (Ставрополь), музея кафедры зоологии Ростовского государственного университета (Ростов-на-Дону).

Жуков отлавливали в лесах Центрального Предкавказья, а также в лесных массивах, на городских территориях и в других населенных пунктах. Сбор и обработка материала проводилась по общепринятым энтомологическим методикам. После отлова, жуков помещали в пластиковые садки и содержали в лаборатории. Одна проба состояла из 25 особей.

Necrodes littoralis (L.) разводили в течение периода, равного продолжительности жизни двух поколений, используя принятую в работе энтомологов-токсикологов методику (8). Для изучения плодовитости- подсчи-

тывалось число яиц в кладках под биноклярным микроскопом. Жизнеспособность яиц определяли, помещая их в пластиковые стаканы (0,5 л) с пищевым субстратом.

На основании ранее опубликованных работ (9, 10), проведен мониторинг лесов Центрального Предкавказья с использованием видов-индикаторов семейства *Silphidae*, а также по показателям численности и плотности остальных видов семейства с учетом методик (1).

Результаты и обсуждение

Нами поставлены три серии опытов для оценки качества окружающей среды лесных биоценозов. В 1-й серии исследовались жуки вида *N. littoralis* из Ставрополя и прилегающих сел, во 2-й – из Темного и Лопатинского лесов, в 3-й- из городов Пятигорска и Кисловодска. Результаты опытов представлены в таблице 1.

В результате, нами была установлена зависимость плодовитости от степени загрязнения различным набором поллютантов. По показателю жизнеспособности яиц наблюдается зависимость от антропогенной нагрузки на биоэкосистему. Для личинок (из Ставрополя), вышедших из яиц была характерна низкая жизнестойкость, 18% погибли

Таблица 1

Состояние жизнеспособности яиц и личинок и плодовитости у природных популяций *Necrodes littoralis* из пунктов, различающихся по степени и качеству техногенного загрязнения

Се- рия	Популяция	M±Δ		
		Жизнеспособ- ность яиц, %	Окуклившиеся личинки, %	Плодовитость самок, яиц (шт.)
1	г. Ставрополь: -центр;	73,0± 2,2	74,0± 1,5	69,0± 2,0
	-окраины;	78,5 ±2,3	76,5 ±1,5	75,0 ±2,0
	с. Надежда;	81,0 ±1,95	80,0 ±1,90	85,0 ±1,95
	с. Татарка;	89,5 ±1,90	82,0 ±2,0	87,0 ±1,5
2	Темный лес;	97,5 ±1,0	97,0 ±1,5	99,0 ±2,5
	Лопатинский лес;	93,5 ±1,5	95,0 ±2,0	98,0 ±2,5
3	г. Пятигорск;	89,0 ±1,90	82,0 ±1,5	95,0 ±1,90
	г. Кисловодск.	93,0 ±1,90	85,0 ±1,90	95,0 ±1,5



не окуклившись. Имаго были несколько мельче средних размеров (в среднем $1,5 \pm 0,15$ см).

В популяциях некробионтных видов в лесных массивах г. Ставрополя отмечается более или менее выраженный нанизм. В лесных насаждениях других городов Ставрополья карликовость наблюдается у многих видов мертвоедов.

Число видов *Silphidae* меняется с 5 в центре города (парк «Центральный») до 13 в Темном лесу.

Индикатором «старости» лесного массива может служить *Dendroxena quadripunctata* (L.). Вид питается в основном личинками и кладками яиц чешуекрылых, которые в изобилие появляется на ослабленных, больных и старых деревьях. По нашим наблюдениям при плотности вида 25 экз./100 м²,

можно с уверенностью говорить, что число деревьев в возрасте 25-30 и более лет достигнет значения 6-9 деревьев на 50 м².

Численность *Phosphuga atrata* (L.) стоит в прямой зависимости от плотности в лесных массивах наземных моллюсков, поэтому частая встреча имаго и личинок вида в лесах свидетельствует о большой вероятности вреда со стороны моллюсков.

По данным собственных сборов и анализа коллекционного материала нами сделан вывод, что *Ablattaria laevigata* (F.) под действием антропогенной нагрузки вытесняется из лесных массивов Центрального Предкавказья в лесостепь. На территории Ставропольского края вид обитает в лесах только в Предгорном районе ([11]; Пушкин, 1996-99), хотя до 1932 г. его можно было встречать в лесных насаждениях в центре г. Ставрополя

Таблица 2

**Шкала оценки экологического состояния лесных систем
Ставропольской возвышенности***

Виды	Лесные биоэкосистемы													
	Мамайский лес		Таманская лесная дача		Русский лес		Лопатинский лес		Темный лес		Парк «Победы»		Парк «Центральный»	
	Ч.	П.	Ч.	П.	Ч.	П.	Ч.	П.	Ч.	П.	Ч.	П.	Ч.	П.
<i>Oiceoptoma toracicum</i>	О	4	О	4	О	5	О	5	А	6	Ч	3	Р	1
<i>Nicrodes littoralis</i>	О	4	Ч	3	О	5	А	6	А	7	О	4	Ч	2
<i>Nicrophorus humator</i>	Ч	3	Ч	2	А	6	А	6	А	7	Ч	2	Ч	2
Среднее значение (Ч.)	3,66		3		5,33		5,66		6,66		3		1,66	
Степень сохранности по 7-бальной шкале	4		3		5		5		5		3		2	

* Примечание: степень сохранности- 2- неудовлетворительная; 3-удовлетворительная; 4- хорошая; 5-отличная. Ч.- частота встречаемости; П.- плотность- экз./100 м². Мамайский, Русский леса- окрестности г. Ставрополя, Таманская лесная дача- окраина Ставрополя, парк центральный, парк «Победы»- городская черта; Лопатинский и Темный леса- естественные лесные массивы.



(В.Н. Лучник, 1930). Видимо, этот узкоспециализированный в трофическом и экологическом отношении вид, при интенсивном освоении лесов края, не выдержал антропогенного пресса и исчез во многих лесах края.

Указание ряда авторов [6; 7; 16; 17] на фитофагию родов *Ablattaria*, *Phosphuga* на наш взгляд ошибочны; при проведении полевых исследований, нами был отмечен единичный случай (на 1000 проб) фитофагии личинки *Phosphuga atrata*.

В лесных биоэкосистемах, целесообразно проведение мониторинга с применением показателей численности и плотности видов-индикаторов: *Oiceoptoma toracicum* (L.), *Nicrophorus humator* (F.), *Necrodes littoralis* (L.). Выбранные виды характерны не только для лесов Юга России, но могут использоваться в качестве индикаторов в других районах Европейской части России (4). На основании наших оригинальных исследований, нами разработана шкала оценки состояния лесных биоэкосистем (см. табл. 2).

Полученные значения «степени сохранности» в целом отвечают экологической ситуации в этих экосистемах и согласуются с данными по другим группам животных. Темный лес – один их рефугиумов для многих беспозвоночных животных Ставрополя, поэтому в исследованиях, мы выбрали его в качестве эталона.

Таким образом, жуков-мертвоедов, в особенности некробионтных представителей, можно использовать как биологические индикаторы лесных экосистем по показателям плодовитости популяций и жизнеспособности яиц. Методика определения этих показателей проста, доступна и экономична, ее возможно включить в систему экологического мониторинга для оценки степени техногенного загрязнения лесов и качества окружающей среды человека.

Численность видов *Phosphuga atrata*, *Dendroxena quadripunctata* может служить показателем активности брюхоногих моллюсков и активностью массовых видов чешуекрылых.

Ответные реакции организма жуков-некрофагов на действие загрязнения окружающей среды позволяют достаточно точно определять наличие того или иного вида загрязнения в природном объекте. Однако изучение этих влияний требует детального изучения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Афанасьев Ю.А., Фомин С.А. Мониторинг и методы контроля окружающей среды. Часть 1. Общая. – М.: Изд-во МНЭПУ, 1998. – 208 с.
2. Бутовский Р.О. Охрана полезных насекомых в условиях загрязнения окружающей среды: Обзорная информация. – М., 1991. – 57 с.
3. Голутвин Г. И., Селиховкин А.В., Поповичев Б.Г. Воздействие атмосферных промышленных выбросов на некоторых хвое- и листогрызущих насекомых // Энтомология и защита леса. – Л., 1981. – С. 60-64.
4. Есюнин С. Л., Козьминых В. О. Тренды разнообразия жуков-мертвоедов (*Coleoptera, Silphidae*) на Урале // Зоол. журн. – 2000. – Т. 79. – Вып. 2. – С. 171-179.
5. Козлов М. В. Ответные реакции популяций насекомых на антропогенные воздействия // Препринт. Материалы по проекту № 2 Советской национальной программы “Человек и биосфера” (МАБ). – Красноярск, 1987. – С. 57-60.
6. Крыжановский О. Л. Сем. *Silphidae*- Мертвоеды // Насекомые и клещи- вредители сельскохозяйственных культур. – Л.: Наука, 1974. – Т. 2. Жесткокрылые. – С. 15-16.
7. Миноранский В. А. Вредные насекомые: Вредители сельскохозяйственных культур // Ресурсы живой фауны. – Ростов-на-Дону, 1984. – Ч. 3. – С. 235-241.
8. Рославцева С. А. Методы определения инсектоакарицидной активности и методы разведения биотестов в лабораторных условиях // Обзорная информация сер. Химические средства защиты растений. – М.: ВНИИТЭХИМ, 1978. – С. 28.
9. Сигида С. И., Пушкин С. В. Динамика видового разнообразия жуков-некрофагов города Ставрополя // Природные ресурсы и экологическое образование на Северном Кавказе. – Ставрополь: СГУ, 1998. – С. 99-101.
10. Сигида С. И., Пушкин С. В. Применение визуальных и компьютерных методов для оценки индикационных экологических моделей жуков-некрофагов как основы мониторинга // Вестник СГУ.– Ставрополь: СГУ, 1999. – Вып. 17. – С. 66-70.



11. Хочиков Э. А., Арзанов Ю. Г. Материалы к фауне жесткокрылых (Coleoptera) Северного Кавказа и Нижнего Дона. 1. Жуки-мертвоеды Северного Кавказа и Нижнего Дона. 1. Жуки-мертвоеды (Silphidae). Фауна и особенности распространения в регионе. – Ростов-на-Дону. 1990. 14 с. Деп. в ВИНИТИ, № 2165-В90.
12. Alstad D. N., Edmunds G. F., Weinstein L. H. Effect of air pollutants on insect populations // *Ann. Rev. Ent.* 1982. Vol. 27. – P. 369-384.
13. Führer E. Air pollution and the incidence of forest insect problems // *Z. Angew. Ent.* 1985. Bd 99, H. 4. – S. 371-377.
14. Ginevan M. F., Lande D. B. Effect of sulfur dioxide in air on the fruit fly, *Drosophila melanogaster* // *Environm. Sci. and Technol.* 1978. Vol. 12. – № 7. – P. 828-831.
15. Heliövaara K., Välsänen R. *Insects and pollution* // Boca Raton: CRC Press, 1993. 393 p.
16. Mroszkowski M. Klucze do oznaczania owadow Polski. Silphidae (Coleoptera). Cz. XIX. Zesz. 25. № 4. – Warszawa. – P. 10-29.
17. Schilthuisen M. buitenbeentjes binnen de Nederlandse aaskevers (Coleoptera, Silphidae) // *Natura (Ned.)*. 1989. Bd. 86. – N. 2. – S. 27-30.
18. Zvereva E. The use of flies (Diptera: Brachycera) for bioindication of industrial air pollution // 2 Intern. Congr. Dipterol. Bratislava. Aug. 27-Sept. 1. 1990. Abstr. Vol. Bratislava, 1990.

* * *

Сигида Сергей Иванович, доктор биологических наук, профессор, декан БХФ, заведующий кафедрой зоологии СГУ. Автор 90 научных работ, специалист в области фауны, экологии, систематики и зоогеографии жесткокрылых Северного Кавказа.

Пушкин Сергей Викторович, аспирант, ассистент кафедры зоологии СГУ. Область научных интересов – эколого-фаунистические комплексы жесткокрылых Северного Кавказа, спектры экологических групп некробионтов. Автор 36 печатных работ.