

УДК 595.763.21+595.763.51

## ЖУКИ-МЕРТВОЕДЫ, КОЖЕЕДЫ (COLEOPTERA, SILPHIDAE, DERRESTIDAE) – БИОИНДИКАТОРЫ СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

С.В. Пушкин, кандидат биологических наук, доцент  
Северо-Кавказский федеральный университет (Ставрополь), Россия

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

**Ключевые слова:** *Silphidae*, *Dermestidae*, биоиндикаторы.

Поллютанты и виды техногенного загрязнения окружающей среды исчисляются тысячами наименований. Поэтому невозможно определять содержание конкретного поллютанта в различных компонентах среды и оценивать его токсичность. В связи с этим становится необходимым использовать интегральные показатели качества окружающей среды, в частности биологические индикаторы (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 (Козлов, 1987; Heliövaara, Väisänen, 1993).

Оценка состояния популяций синантропных видов по их биологическим параметрам и организация исследований на природных популяциях после их адаптации к лабораторным условиям позволяют в течение жизни двух поколений, вычислить факторы воздействия поллютантов и определить степень их токсичности.

Среди биоиндикаторов жуки-мертвоеды, кожееды как синантропные и природные виды подходят для интегральной оценки качества среды обитания человека, т.к. находятся под воздействием тех же загрязняющих веществ и наиболее чутко откликаются на загрязнение среды.

В задачу работы входило оценить состояние популяций на примере *Dermestes lardarius L.* и *Thanatophilus sinuatus F.*, собранных на территории разных населенных пунктов Ставропольского края, кроме того установить зависимость между степенью загрязнения и популяционными показателями, такими как жизнеспособность яиц и плодовитость популяций жуков, и проследить влияние отдельных поллютантов на модельные виды.

### Материал и методика

*D. lardarius* отлавливался на территории городов: Ставрополь, Изобильный, Солнечнодольск; сел: Надежда, Татарка; дачного кооператива "Энергетик". После этого жуков помещали в садки. Яйца получали на протяжении всего жизненного цикла имаго. Каждая проба состояла из 20 особей. *Th. sinuatus* отлавливается в г. Ставрополе и сравнивался с природными популяциями.

Для сравнения природных популяций из разных районов края, полученные показатели переводились в относительные единицы, где таковые контрольных популяций приняты за 100%. Проведено исследование по выяснению влияния солей металлов и инсектицидов на имаго.

В основу оценки состояния биоэкосистем, был положен анализ численности и плотности видов-индикаторов в конкретных условиях (Сигида, Пушкин, 1999). Модели-индикаторы, широко используются в практике моделирования состояния природных объектов (геосистемный мониторинг) (Афанасьев, Фомин, 1998). Природные объекты подчиняются законам (нормальным для ненарушенных систем), поэтому можно прогнозировать поведение системы в конкретных условиях на несколько лет вперед, основываясь на показатели численности видов-индикаторов в природном объекте.

### Результаты и обсуждение

Таблица 1

**Влияние выпаса скота на частоту встречаемости /Ч./ и /П./ мертвоедов и кожеедов  
(ОО - обильный выше 50%, О - обычный 10-50%, Ч - часто встречающийся  
1-10%, Р - редкий 1%, Е- единичный, -- отсутствует)\***

Виды	До выпаса		1 год выпаса		2 год выпаса	
	Ч.	П.	Ч.	П.	Ч.	П.
<b>Dermestidae</b>						
<i>Dermestes murinus</i> L.	P	1	E	<1	E	<1
<i>D. fricsii</i> Kug.	O	4	Ч	3	Ч	2
<i>D. lardarius</i> L.	-	-	E	<1	Р	1
<i>D. coronatus</i> Stev.	Ч	2	Ч	2	Ч	2
<i>D. lanarius</i> Ill.	Ч	3	Ч	2	Ч	2
<i>D. maculatus</i> Deg.	O	4	Ч	2	Ч	2
<i>Orphilus niger</i> Rossi.	P	1	-	-	-	-
<b>Silphidae</b>						
<i>Nicrophorus germanicus</i> L.	Ч	3	P	1	-	-
<i>N. humator</i> F.	P	1	P	1	-	-
<i>N. vespillo</i>	Ч	2	Ч	2	Ч	2
<i>N. antennatus</i>	Ч	2	P	1	-	-
<i>Necrodes littoralis</i> L.	P	1	-	-	-	-
<i>Thanatophilus rugosus</i> L.	O	4	Ч	3	Ч	2
<i>Th. sinuatus</i> F.	OO	6	O	5	Ч	3
<i>Th. dispar</i> Hbst.	O	4	Ч	2	Ч	2
<i>Silpha carinata</i> Hbst.	Ч	3	Ч	2	Ч	2
<i>S. obscura</i> Mën.	Ч	3	Ч	2	Ч	2
<i>Phosphuga atrata</i> L.	P	1	E	1	-	-
<i>Ablattaria laevigata</i> F.	P	1	-	-	-	-
<i>A. cibrata</i> Men.	P	1	-	-	-	-

\* примечание: плотность- экз./м<sup>2</sup>, частота встречаемости- доля вида в выборке в %%

Результаты многолетних наблюдений, отражающих влияние бессистемного выпаса скота на видовой состав *Silphidae*, *Dermestidae* представлены в таблице 1.

Бессистемный выпас приводит к уничтожению растительности, исчезновению ветоши (отличительный признак "экологического здоровья" биоценоза), разрыхлению почвы, которая впоследствии подвергается эрозии. Это ведет к обеднению видового состава растительного и животного компонентов биоценоза, в частности жуков-мертвоедов и кожеедов.

Анализ приводимых в таблице данных показывает сокращение видового состава, численности и плотности жуков-мертвоедов при незначительном увеличении кожеедов, что в целом объясняется высвобождением экониши и более высокой ксерофилизацией биоценоза.

Как видно из таблицы 1, такой выпас приводит к исчезновению индикационных моделей из числа мертвоедов, что говорит о нарушении целостности экосистемы.

Нами проведены три серии опытов для оценки качества окружающей среды. В первой серии исследовались жуки из Ставрополя с прилежащими селами, во второй из Изобильного и дачного кооператива "Энергетик", и в третьей – Солнечнодольска. Результаты опытов представлены в таблице 2.

В результате исследований была установлена зависимость плодовитости от степени загрязнения различными наборами поллютантов. По показателю жизнеспособности яиц наблюдается такая же закономерность.

В популяциях некробионтных видов в городах Ставропольского края отмечается более или менее выраженный нанизм. Карликость наблюдается и у остальных видов семейств живущих в городской среде.

*Th. sinuatus* собирался в г. Ставрополе и сравнивался с природными популяциями. Полученные данные более четко характеризуют влияние загрязнения среды на развитие вида: жизнеспособность яиц – 59,5±1,01%; плодовитость – 15±1 яиц.

Соли Cd, по нашим наблюдениям, приводят к аномальному развитию элитр. Это видимо, вызвано мутагенным действием солей. Соли W, Mo вызывают мутацию надкрыльй (скрученные нижние концы надкрыльй). Применение для борьбы с вредителями с/х культур, новых препаратов: дурсбан, диазол, базудин, Би-58 новый приводит к значительному снижению на полях и возле видов родов: *Silpha*, *Phosphuga*, *Thanatophilus*, *Dermestes*, *Nicrophorus*, *Necrodes*.

Таблица 2

**Состояние жизнеспособности яиц и личинок, и плодовитости у природных популяций  
*D. lardarius* из пунктов, различающихся по степени и качеству загрязнения**

Серия	Популяция	M±Δ		
		жизнеспособность яиц, %	Окуклившиеся личинки, %	плодовитость самок, яиц (шт.)
1	Ставрополь:			
	- центр;	74,0±2,2	75,0±1,5	90,0±2,0
	- окраины;	78,5±2,3	76,5±1,5	92,0±2,0
	Надежда;	81,0±1,95	80,0±1,90	95,0±1,95
	Татарка;	89,5±1,90	82,0±2,0	100,0±1,90
	Изобильный;	70,0±2,50	73,5±1,95	89,0±1,0
2	Энергетик;	71,0±1,90	72,5±1,90	91,0±1,0
	Солнечнодольск.	73,0±2,50	74,5±2,0	90,0±2,5

Для личинок, вышедших из яиц, была характерна низкая жизнестойкость, 20% погибли не окуклившись. Имаго были несколько мельче средних размеров (8,9 мм).

Инсектициды нового поколения – Био Килл, Дезирол Киллер, – эффективны в борьбе со многими вредными насекомыми. По наблюдениям над *Silpha obscura L* подвергшегося действию одним из препаратов его эффект стал проявляться на 4 сутки (организм подвергался иссушению, конечности становились ломкими, элитры раскалывались) на 7 сутки насекомое погибло. В этой связи встает вопрос о правильном дозировании препаратов.

В последние годы в степи часто применяются палы для борьбы с сорной растительностью, которые охватывают обширные площади (особенно в ветреные дни), приводя к уничтожению природного сообщества. Изучение этого антропного фактора на состояние биотопов проводилось в степных биотопах в окрестностях городов Ставрополь, Солнечнодольск, Изобильный. При палах с поверхности почвы исчезает ветошь, появляются непоросшие растительностью места, уменьшается видовой состав животных. Наиболее сильно страдает фауна *Silphidae* при относительной стабильности *Dermestidae*. (табл. 3).

Таблица 3

**Частота встречаемости /Ч./ и плотности /П./ видов жуков-мертвоедов  
 и кожеедов в период применения пала и после\***

Виды	9.10.2009		2010		2011	
	Ч.	П.	Ч.	П.	Ч.	П.
<b>Dermestidae</b>						
<i>Dermestes murinus</i> L.	О	4	Р	1	Ч	2
<i>D. frischii</i> Kug.	ОО	6	О	4	О	5
<i>D. lardarius</i> L.	-	-	-	-	Е	<1
<i>D. coronatus</i> Stev.	О	4	Ч	3	Ч	2
<i>D. laniarius</i> Ill.	Ч	3	Ч	2	Р	1
<i>D. maculatus</i> Deg.	О	5	Ч	3	О	4
<i>Orphilus niger</i> Rossi.	Ч	3	Р	1	Е	<1
<b>Silphidae</b>						
<i>Nicrophorus germanicus</i> L.	Ч	2	Е	<1	-	-
<i>N. humator</i> F.	Р	1	-	-	Е	<1
<i>N. vespillo</i>	Ч	3	Р	1	Р	1
<i>N. antennatus</i>	Ч	3	Р	1	Р	1
<i>Necrodes littoralis</i> L.	Ч	3	Ч	2	Ч	3
<i>Thanatophilus rugosus</i> L.	О	4	Ч	2	Ч	3
<i>Th. sinuatus</i> F.	ОО	7	О	4	О	4
<i>Th. dispar</i> Hbst.	О	4	Ч	3	Ч	3
<i>Silpha carinata</i> Hbst.	О	4	О	4	О	4
<i>S. obscura</i> Mén.	Ч	3	Ч	2	Ч	3
<i>Phosphuga atrata</i> L.	Ч	2	Р	1	Ч	2
<i>Ablattaria laevigata</i> F.	Ч	2	-	-	Е	<1
<i>A. cibaria</i> Men.	Р	1	-	-	-	-

\* обозначения как в таблице 1

Таким образом, бессистемный выпас скота наравне с применением палов являются основными факторами, ведущими к пауперизации экосистемы (англ. ecosystem pauperization).

Прокладывание дорог, протаптывание троп вызывает изменения в структурной целостности биоценоза. На дорогах и вдоль них концентрируются трупы животных. Животные гибнут в результате столкновения с автотранспортом и от рук человека. На пешеходной тропе отмечается могильщиковая "пустыня" – эти жуки не закапывают труп на уплотненной почве. На пищевом субстрате доминируют полифаги (*Silpha*, *Thanatophilus*), редко встречаются узкоспециализированные монофаги (*N. germanicus*) и *Ablattaria*, *Oiceoptoma*. В этих стациях

велико число эвритопобионтных видов родов *Dermestes*, *Thanatophilus*, но они не в состоянии быстро ликвидировать трупы животных. Поэтому в антропогенных ценозах много "невостребованных" жуками-некрофагами трупов, которые становятся "обитаемыми" синантропными животными (в том числе и позвоночными).

Таблица 4

## Перечень синантропов и эвритопобионтов

Синантропы	Эвритопобионты
<i>Anthrenus museorum</i> , <i>Dermestes lardarius</i> .	<i>Anthrenus scrophulariae</i> , <i>A. verbasci</i> , <i>Attagenus unicolor</i> , <i>Dermestes maculatus</i> , <i>D. frischii</i> , <i>D. sibiricus</i> , <i>Necrodes littoralis</i> , <i>Thanatophilus rugosus</i> , <i>Th. sinuatus</i> .

Таблица 5

## Шкала оценки "экологического здоровья" лесных систем\*

Виды	Лесные биоценосистемы												
	Мамайский лес		Гаманская 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 toracica</i>	О	4	О	4	О	5	О	5	А	6	Ч	3	Р
<i>Nicrophorus humator</i>	О	4	Ч	3	О	5	А	6	А	7	О	4	Ч
	Ч	3	Ч	2	А	6	А	6	А	7	Ч	2	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

В антропогенных системах (город, село) получили распространение синантропные группы некрофагов и наиболее пластичные в пищевом и экологическом отношении виды (табл. 4).

В лесных биоценосистемах целесообразно проведение мониторинга с применением показателей численности и плотности следующих видов индикаторов: *Oiceoptoma toracica*, *Nicrophorus humator*, *Necrodes littoralis*. На основании наших оригинальных исследований, нами разработана шкала оценки состояния лесных биоценосистем (табл. 5).

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

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Афанасьев, Ю.А., Фомин, С.А. Мониторинг и методы контроля окружающей среды. Часть 1. Общая. – М. : Изд-во МНЭПУ, 1998. – 208 с.
2. Вишнякова, С.М., Вишняков, Г.А., Алешукин, В.И., Бочарова, Н.Г. Экология и охрана природы: Толковый терминологический словарь. – М. : Изд. дом "Всемирный следопыт", 1998. – 480 с.
3. Козлов, М.В. Ответные реакции популяций насекомых на антропогенные воздействия // Материалы по проекту №2 Советской национальной программы "Человек и биосфера" (МАБ). – Красноярск, 1987. – 60 с.
4. Сигида, С.И., Пушкин, С.В. Применение визуальных и компьютерных методов для оценки индикационных экологических моделей жуков-некрофагов как основы мониторинга // Вестник СГУ. – Вып. 17. – Ставрополь : СГУ. – 1999. – С. 66-70.
5. Heliövaara, K., Välsänen, R. Insects and pollution // Boca Raton : CRC Press, 1993. – 393 p.

Материал поступил в редакцию 25.12.13.

## BEETLES, BURYING BEETLES, LEATHER BEETLES (COLEOPTERA, SILPHIDAE, DERMESTIDAE) AS BIOLOGICAL INDICATORS OF THE ENVIRONMENTAL CONDITIONS

S.V. Pushkin, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor  
North-Caucasus Federal University (Stavropol), Russia

**Abstract.** The responses of necrophage beetles to environmental pollution allow defining precisely the occurrence of one or another kind of pollution in natural object. However studying this influence requires a detailed survey.

**Keywords:** Silphidae, Dermestidae, biological indicators.