

УДК 574.4:595.7

Ю. Б. Смирнов

Днепропетровский национальный университет

РОЛЬ ЛИЧИНОК ЖУКОВ-ЩЕЛКУНОВ (*COLEOPTERA*, *ELATERIDAE*) В ТРАНСФОРМАЦИИ И МИГРАЦИИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

Визначено мікроелементний склад личинок коваликів у різних за ступенем забруднення біотопах Придніпровського регіону. Встановлено ступінь забруднення навколишнього середовища важкими металами та їх відносне накопичення у безхребетних тварин.

The microelement composition of larvae of elat eridae was described in biotopes which different on the degree of contamination of the Pridneprovsky region. A degree of contamination of environment by the heavy metals and their relative accumulation in the invertebrate animals was determined.

Введение

Личинки щелкунов, называемые проволочниками, более многочисленны в тяжелых почвах, если последние не слишком кислые. Однако определенные виды их заселяют и легкие почвы. К таковым относятся, например, *Selatosomus aeneus* (L.) – эвритопный вид, обитающий как в полевых почвах, так в луговых и лесных.

Большинство почвообитающих личинок – фитофаги, а те, которые обитают в лесной подстилке, – хищники. Роды *Limonius*, *Agriotes*, *Melanotus*, считающиеся фитофагами, имеют виды, которые в определенных условиях становятся хищниками, являясь потенциально полезными видами. В наших раскопках обнаружены более 12 видов личинок щелкунов, но на содержание микроэлементов исследованы только несколько, наиболее часто встречающиеся: *Agripnus murinus* (L.), *Agriotes gurgistanus* (Fald.), *Agriotes lineatus* (L.), *Agriotes obscurus* (L.).

Материалы и методы исследований

Материалом для написания настоящей работы послужили сборы личинок элатерид в почвенно-зоологических раскопках на пробных площадях Международного, биосферного Присамарского стационара им. А. Л. Бельгарда в течение нескольких лет по общепринятым методикам [1; 3]. Микроэлементный состав животных проведен методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии на приборе AAS-1N [4].

Результаты и их обсуждение

Щелкун серый – *Agripnus murinus* (L.). Обитатель лесной и лесостепной зоны. По определению В. Г. Долина [2], личинки встречаются под пологом леса, иногда на пахоте и являются хищниками. На пробных площадях Присамарья нами отмечен этот вид в искусственных насаждениях акации белой в пристене на нижней трети склона, прирусловье, центральной пойме и судубраве. В прирусловой пойме личинки обнаружены на глубине от 10 до 30 см, в то время как в почвах центральной поймы и судубравы – только до 10 см.

Твердые покровы личинок щелкунов не способствуют проникновению металлов в организм и поэтому можно считать, что основная масса металлов проникает с пищей. Накопление личинками некоторых металлов превышает их

показатели для почв: никель в 3,4; медь в 4,2; свинец в 1,4 раза. В почвах искусственных белоакациевых насаждений концентрации марганца, железа, цинка и кадмия находятся на уровне или ниже их содержания в почве.

Абсолютные значения содержания металлов в теле личинок широкого шелкоуна представлены в табл. 1. Самое высокое содержание токсичных элементов кадмия и свинца мы наблюдали в илистых супесчаных почвах прирусловой поймы р. Самары, где, очевидно, эти металлы привносятся с половодьем.

Таблица 1

Средние значения абсолютных величин содержания тяжелых металлов в тканях личинок шелкоуна *Agripnus murinus* из различных мест обитания

Биотоп	Глуб. (см)	Mn, мг/кг	Fe, мг/кг	Ni, мг/кг	Cu, мг/кг	Zn, мг/кг	Cd, мг/кг	Pb, мг/кг
Посадка акации белой	0	128,0	80,0	18,0	44,0	172,0	0,0	14,0
Прирусловая пойма	10	16,2	0,0	0,0	39,3	36,8	3,8	2,6
	20	21,8	44,5	0,0	78,2	30,9	6,4	30,0
	30	135,0	620,0	0,0	340,0	0,0	20,0	180,0
Центральная пойма	10	25,5	45,9	17,3	81,6	25,5	3,1	0,0
Судубрава	10	56,7	63,3	170,0	1,7	20,0	0,0	13,3

Максимальных значений в личинках из почв прирусловья достигают: марганец, железо, медь, кадмий и свинец. Коэффициенты концентрации (соотношение содержания элементов в тканях к концентрации в почве) представлены в виде гистограмм на рис. 1.

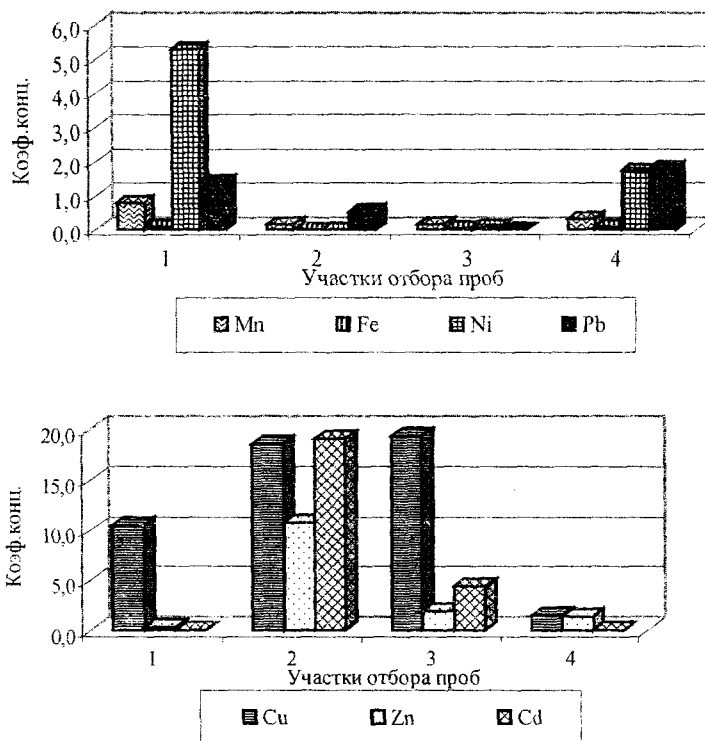


Рис. 1. Накопление тяжелых металлов в теле личинок шелкоуна *Agripnus murinus* относительно почвы в различных биотопах Присамарья: 1 – нижняя треть склона в посадке акации белой на пристене; 2 – прирусловая пойма; 3 – центральная пойма; 4 – судубрава

Щелкун степной – *Agriotes gurgistanus* (Fald.). Обитатель лесостепной и степной зоны Украины, в пахотных угодьях на черноземных почвах, опасный вредитель сельскохозяйственных культур – овощных и кукурузы [2]. В естественных биогеоценозах нами обнаружен только на степной целинке и примыкающей к ней посадке акации белой.

Личинки этого вида очень мало накапливают железо и почти не накапливают медь и кадмий. Свинец обнаружен у личинок степного щелкуна только в верхних горизонтах почвы на степной целинке и белоакациевых насаждениях (табл. 2).

Таблица 2

Средние значения абсолютных величин содержания тяжелых металлов в тканях личинок щелкуна *Agriotes gurgistanus* в зависимости от глубины обитания

Биотоп	Глуб. (см)	Mn, мг/кг	Fe, мг/кг	Ni, мг/кг	Cu, мг/кг	Zn, мг/кг	Cd, мг/кг	Pb, мг/кг
Заповедная целинная степь	10	202,6	0,0	2,6	0,0	223,7	0,0	26,3
	20	186,0	924,0	20,0	32,0	196,0	0,0	4,0
	30	64,4	0,0	2,9	0,0	93,3	0,0	0,0
	40	182,4	0,0	14,7	0,0	155,9	0,0	0,0
Посадка акации белой	0–5	327,8	66,7	50,0	0,0	383,3	0,0	0,0
	20	78,4	0,0	4,1	0,0	112,2	0,0	6,8

Коэффициенты концентрации представлены на гистограммах (рис. 2).

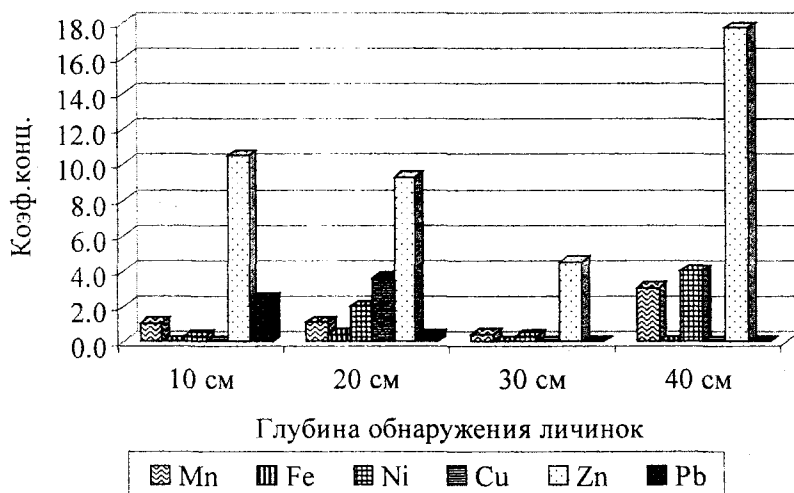


Рис. 2. Накопление тяжелых металлов в теле личинок щелкуна *Agriotes gurgistanus* относительно почвы в зависимости от глубины их обнаружения на участках заповедной целинной степи

Кадмий этот вид не накапливает, хотя в почве его содержание колеблется в пределах 0,1–0,2 мг/кг абсолютно сухой массы. Концентрация свинца резко снижается с увеличением глубины, на которой обитают личинки.

Щелкун полосатый – *Agriotes lineatus* (L.). Обитает по речным поймам, достигает юга степной зоны. Один из важнейших почвенных вредителей в Европе. Предпочитает сильно увлажненные почвы с большим содержанием растительных

остатков и гумуса. [2]. Чаще всего встречается в луговых и лугово-торфянистых почвах. В наших раскопках обнаружен в искусственных насаждениях акации белой на плакоре, прирусловой и центральной пойме, а также на поле, засеянном люцерной. Средние значения содержания зольных элементов показаны в табл. 3.

Таблица 3

Средние значения абсолютных величин содержания тяжелых металлов в тканях личинок шелкоуна *Agriotes lineatus* из различных мест обитания

Биотоп	Глуб. (см)	Mn, мг/кг	Fe, мг/кг	Ni, мг/кг	Cu, мг/кг	Zn, мг/кг	Cd, мг/кг	Pb, мг/кг
Посадка акации белой	10	285,0	0,0	30,0	0,0	285	0,0	70,0
Прирусловая пойма	10	37,1	54,3	0,0	194,3	0,0	28,6	125,7
	20	71,4	7,1	0,0	735,7	0,0	50,0	128,6
Центральная пойма	0-5	38,9	0,0	0,0	116,7	72,2	0,0	0,0
	10	40,9	0,0	22,7	290,9	0,0	13,6	0,0
	20	60,0	6745,0	0,0	260,0	485	15,0	0,0
Поле люцерны	10	133,3	2100,0	3493	187,5	117	0,0	300,8
	20	100,0	2277,8	6900	91,1	133	11,1	134,4
	30	57,1	591,4	314	152,6	91,4	6,0	0,0

В почвах искусственных белоакациевых насаждений личинки этого вида содержат марганца в 2 раза, никеля в 3,5; свинца в 7 и цинка в 13,9 раза больше, чем в почве. В почвах прирусловой поймы животные накапливают свинец, медь и кадмий соответственно в 25,7; 92,5 и 142,9 раза больше. Большие концентрации металлов отмечаются и на сельхозугодьях, где большинство почвообитающих животных содержат повышенные концентрации тяжелых металлов. По всей видимости, накопление металлов в организме беспозвоночных происходит за счет антропогенного загрязнения окружающей среды выхлопными газами автотранспорта и сельхозтехники. В прирусловой и центральной пойме р. Самары личинки содержат примерно одинаковое количество марганца на одних и тех же глубинах. Несмотря на то, что содержание марганца в почве уменьшается с увеличением глубины, у личинок полосатого шелкоуна оно увеличивается. Железо и цинк накапливаются крайне неравномерно, и установить какую-либо зависимость трудно. Несколько увеличиваются показатели накопления металлов у личинок *Agriotes lineatus* в синузии звездчатки в почве прирусловой поймы и синузии крапивы в центральной пойме.

Коэффициенты концентрации представлены на гистограммах (рис. 3).

Щелкун темный – *Agriotes obscurus* (L.). Предпочитает почвы тяжелого механического состава. Кормовыми растениями служат разнообразные культурные и дикорастущие злаки, а также некоторые двудольные растения. Однако в большинстве случаев предпочитают злаки. Этот вид является одним из важнейших почвенных вредителей [2]. Личинки этого шелкоуна нами обнаружены только на полях, засеянных пшеницей. Нами проверены поля, на которых не проводилось искусственное орошение, и поля с поливом. На поле без полива марганец накапливается почти в три раза больше, чем на поле с поливом. Концентрации железа находятся на одном уровне на обоих агроценозах. Содержание никеля и меди в два раза выше у личинок с поливных земель (табл. 4).

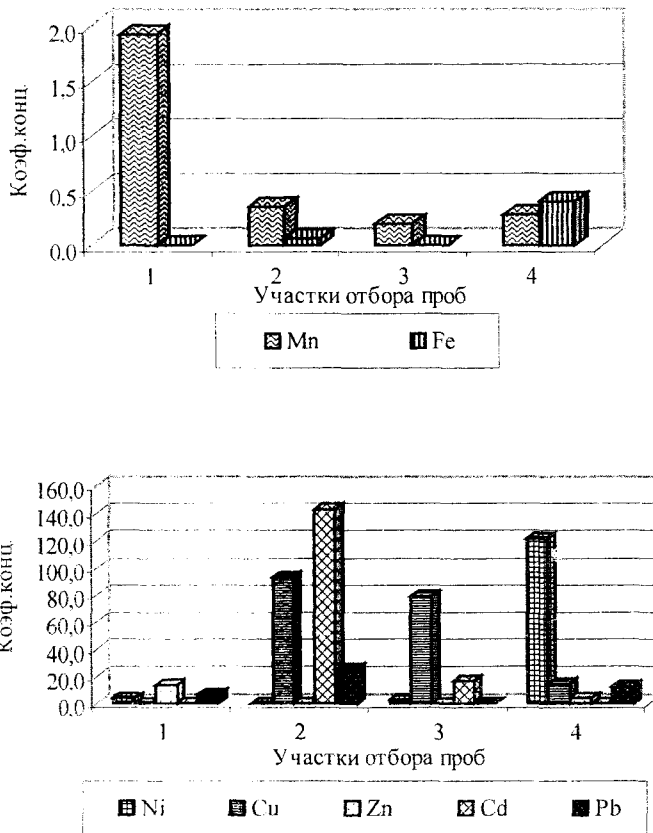


Рис. 3. Накопление тяжелых металлов в теле личинок шелкоу *Agriotes lineatus* относительно почвы в различных биотопах Присамарья: 1 – искусственные насаждения акации белой; 2 – прирусовая пойма; 3 – центральная пойма; 4 – поле люцерны

Таблица 4

Средние значения абсолютных величин содержания тяжелых металлов в тканях личинок шелкоу *Agriotes obscurus* и почве с коэффициентами концентрации на полях, засеянных пшеницей

Биотоп	Глуб. (см)	Mn, мг/кг	Fe, мг/кг	Ni, мг/кг	Cu, мг/кг	Zn, мг/кг	Cd, мг/кг	Pb, мг/кг
Личинки с поля без полива	10	110,0	4285,0	2915,0	53,5	195,0	14,0	0,0
Почва	10	419,4	4862,4	142,4	8,2	35,0	0,3	24,3
Коеф. конц.	10	0,3	0,9	20,5	6,5	5,6	46,7	0,0
Личинки с орошаемого поля	10	40,7	4059,3	5603,7	98,1	100,0	10,0	44,1
Почва	10	278,4	5265,2	25,2	12,7	32,6	0,12	11,6
Коеф. конц.	10	0,1	0,8	222,4	7,7	3,1	83,3	3,8

Коэффициенты концентрации кадмия на обследуемых полях составляют 14 на поле без полива и 10 – с поливом. Это означает, что личинки накапливают этот элемент в указанное число раз больше его содержания в почве. Свинец накапливают личинки на поливных землях.

Выводы

На основании проведенных почвенно-зоологических исследований можно сделать выводы, что обитающие в почве личинки щелкунов – широко распространенная группа беспозвоночных. Будучи массовым компонентом почвенной энтомофауны, проволочники участвуют также в процессах почвообразования. Большинство личинок этих жуков являются вредителями сельскохозяйственных и декоративных культур. Их плотные хитиновые покровы в малой степени контактируют с почвой. Основным источником поступления тяжелых металлов служит пища, и судить о степени загрязнения почвы по личинкам весьма затруднительно. Зато эти животные очень часто обитают только в определенных условиях и их можно использовать для биодиагностики механического состава почв и лесорастительных условий. Только некоторые виды из них могут быть использованы в мониторинге окружающей среды как индикаторы ее загрязнения тяжелыми металлами.

Библиографические ссылки

1. Гиляров М. С. Учет крупных беспозвоночных // Количественные методы в почвенной зоологии. – М., 1987. – С. 9–11.
2. Долин В. Г. Определитель жуков-щелкунов фауны СССР. – К.: Урожай, 1978.
3. Покаржевский А. Д. Геохимическая экология наземных животных. – М.: Наука, 1985.
4. Хавезов И., Цалев Д. Атомно-абсорбционный анализ. – Л.: Химия, 1983.

Надійшла до редколегії 23.02.05

УДК 577.4

И. К. Смоляренко, О. А. Шугуров, О. О. Шугуров
Днепропетровский национальный университет

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ СВЧ ВОЛН НА ПОДВИЖНОСТЬ ОЛИГОХЕТ

Досліджували вплив надвисокочастотних хвиль (НВЧ) (10 ГГц) на механічні параметри руху клубка олігохет *tubifex* (1300–1500 одиниць) при різному навантаженні та послідовності його механічної стимуляції. Показано, що після нетеплового НВЧ-опромінення (1 мВт/см²) на 5–10% збільшиться латентність і передній фронт механограм клубка, зменшиться також амплітуда і тривалість відповідей. Зменшиться максимальна навантаження, що витримує клубок черв'яків, потужність окремої одиниці падає в середньому на 80%. Робиться висновок про тимчасовий негативний вплив хвиль зазначеного діапазону на прості біологічні системи.

We investigated influence of electromagnetic superhigh frequency (SHF) waves (10 GHz) on mechanical parameters of motility of bunch *tubifex* (1300 – 1500 units) at a different load and sequence of its mechanical stimulation. Is shown, that after a not-thermal wave-irradiation (1 mWt/sm²) latency and forward front of mechanograms is increased on 5 – 10 %, amplitude and duration of the answers simultaneously decreases. The maximal mass, which can lift single unit *tubifex* is decreased. The capacity of single unit is reduced on the average about 80 %. The authors make conclusion about temporary negative influence SHF-waves on simple biological systems.

Олигохеты (*tubifex*) – круглые черви, сравнительно простые организмы, нервная система которых состоит из брюшной нервной цепочки. Плотность расселения червя на дне загрязненных водоемов достигает 100000 на 1 м², поэтому

© Смоляренко И. К., Шугуров О. А., Шугуров О. О., 2005