

SENSE ORGANS OF THE MOUTHPARTS OF BEETLE LARVAE, *DERMESTES FRISCHI* KUL. AND *TENEbrio MOLITOR* L.

V.K. Dubinskas, E.E. Sintizina, S.Yu. Chaika

The external morphology, ultrastructure and distribution of various types of sensillae on the mouthparts of the larvae of *D. frischeri* and *T. molitor* are described, based on scanning and transmission electron microscopy. The distribution and ultrastructure organization of the mouthpart sensilla are very similar for the two phylogenetically remote species. On the sensitive zone of maxillary and labial palpus, are placed 13 sensillae of 3 morphological types: basiconic, styloconic and ampullary. Their number is 8, 2, 3 in *D. frischeri* and 8, 4, 1 in *T. molitor* respectively. The ultrastructural evidence suggest that the styloconic and basiconic sensilla are contact chemosensory and innervated by 2 — 6 receptive cells. The basiconic sensilla have one mechanoreceptor: the dendrite of the mechanoreceptor contains a tubular body and terminates at the hair base. It was shown that the ampullary sensilla has many pores in the cuticular part and large number of dendritic branches. On the surface of other mouthparts are found sensilla chaetica, trichoidea, basiconica and campaniformia; the oblonglike organs are found on the ventral surface of the distal segments of maxillary palps. Possible function of these sensillae is discussed. The small number of sensillae, including chemoreceptive sensillae, in insects larvae, it's possible to relate with their life inside and on the putative substrate. We can't observe reduction of sensillae as the separate receptive elements in beetle larvae. All sensillae have a good developed cuticular, receptive and sheath parts.

УДК 576.895.775

МОДИФИКАЦИИ СТРУКТУР БЛОХ (SIPHONAPTERA), РАЗВИВАЮЩИХСЯ В УСЛОВИЯХ ХРОНИЧЕСКОГО ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Т.В. Крылова, С.Ю. Чайка

(кафедра зоологии позвоночных и общей экологии;
кафедра энтомологии)

Воздействие ионизирующей радиации на эктопаразитов лесных грызунов — малоизученная проблема. Блохи, относящиеся к облигатным гематофагам, проходят развитие от стадии яйца до имаго в субстрате гнезда хозяина, расположенного в подстилке и верхних горизонтах почвы. Как правило, в этих горизонтах лесных биогеоценозов происходит накопление продуктов распада ядерного деления (Алексахин, Нарышкин, 1977; Ушаков, Пивфилов, 1991) и, таким образом, грызуны и их эктопаразиты оказываются в постоянном поле сложного спектра радиоактивного излучения.

Блохи — насекомые с полным превращением. Их личинки являются сапрофагами, питающимися органическими остатками и фекалиями взрослых блох. На стадии куколки формируются органы и дифференцируются ткани взрослого насекомого. На стадиях личинки и куколки насекомые считаются наиболее чувствительными к радиационному воздействию. У свежевыведшихся особей внутренние органы находятся в недоразвитом состоянии. Стимулом для дальнейшего развития служит кровососание, и судьба эмбриона зависит от наличия и состояния хозяина-прокормителя. У взрослых насекомых наиболее уязвимы к воздействию радионуклидов гонады. Радиоактивные изотопы способны проникать в организм самок, встраиваться в ооциты и передаваться потомству, как это показано на примере саранчового *Melanoplus sam-*

guinipes (Friedel, Gillet, 1977). В условиях радиационного загрязнения лесного биогеоценоза радионуклиды могут поступать в организм через пищеварительный тракт как личинок блох, так и имаго, их дыхательную систему, через покровы тела.

В задачу нашего исследования входило изучение морфологических особенностей блох, живущих в течение нескольких поколений в условиях хронического радиоактивного излучения.

Материал и методика

Материал собран в 1991 — 1992 гг. в Вышковском районе Брянской обл., который подвергся загрязнению радионуклидами после аварии на Чернобыльской АЭС. В качестве контроля использовали блох, собранных с тех же видов грызунов в аналогичных ассоциациях в Мглинском районе той же области. Основным загрязнителем ассоциаций стал цезий-137, содержание которого в сухой массе подстилки и верхнем горизонте почвы на обследованных площадках колебалось в пределах $1,06—1,60 \cdot 10^6$ Ки/кг при внешнем гамма-фонe 200 мкР/ч (Долгов и др., 1992). Собрано 404 блохи с 364 зверьков на загрязненной территории и 217 блох с 239 зверьков на контрольной территории.

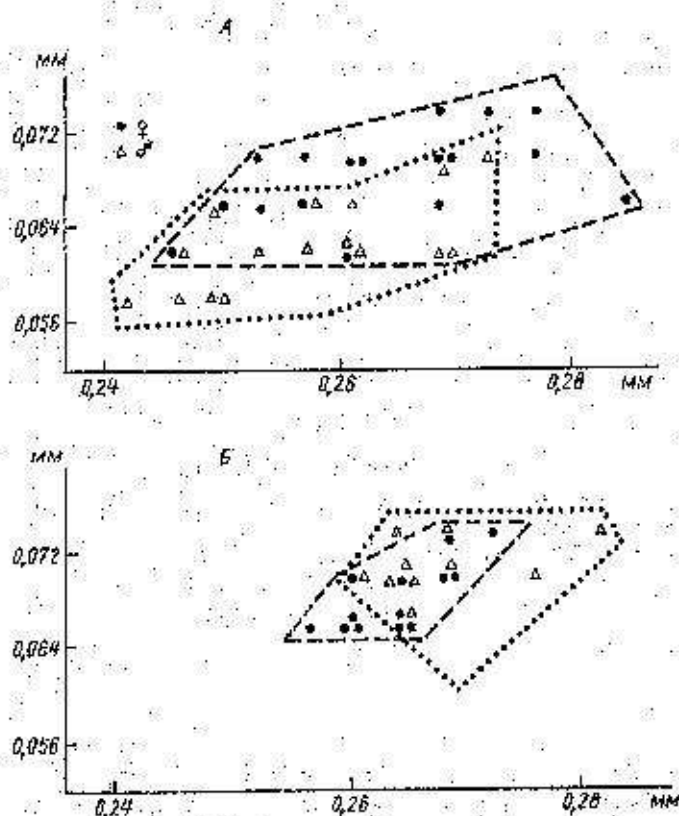


Рис. 1. Отношение общей длины нижнечелюстного щупика к длине первого членика у самцов и самок блох *Ctenophthalmus uncinatus* на загрязненной радионуклидами (А) и контрольной (Б) территории. Ось абсцисс — длина нижнечелюстного щупика, ось ординат — длина первого членика

Светооптическое изучение имаго проводили на тотальных препаратах, заключенных в жидкость Фора, а изучение микроструктуры поверхности блох проводили с помощью сканирующего электронного микроскопа Hitachi S-405A. Анализу были подвергнуты блохи *Ctenophthalmus uncinatus*, *Ct. agyrtes*, *Ct. assimilis* и *Megabothris turbidus* — обычные виды в европейских лесных ассоциациях.

Результаты и их обсуждение

Из 12 выбранных нами размерных показателей блох (длина нижнечелюстного щупика и отдельных его члеников, максиллы, последнего членика нижнегубного щупика, бедра, лапки и ее члеников у третьей пары ног) уровень изменчивости достоверно отличается от такового контрольных блох или по средней арифметической величине или по степени варьирования сравниваемых показателей. Так, на загрязненной радионуклидами территории диапазон колебания минимальной и максимальной величин длины первого членика и общей длины нижнечелюстного щупика у *Ct. uncinatus* был выше у обоих полов (рис. 1). Интересно, что величина размаха колебания длин рассматриваемых признаков у самцов и самок близки в случае радиоактивного загрязнения и различаются при фоновом уровне радиации: в 2

раза выше у самок по длине первого членика нижнечелюстного щупика и в 1,5 раза превосходит сумму длины четырех его члеников у самцов по сравнению с самками. Длина последнего членика нижнегубного щупика у самок по средней величине совпадает у блох на обеих территориях ($M = 0,063$ мм), но по среднему квадратичному отклонению различие достоверно (при уровне значимости 0,01). У самцов картина обратная: различия достоверны по средней арифметической ($M = 0,062$ мм в опыте, $M = 0,065$ мм в контроле при доверительной вероятности 0,999); различия между дисперсиями в данных группах равны нулю.

Таким образом, морфометрический анализ некоторых частей тела имаго *Ct. uncinatus* позволил сделать вывод об увеличении изменчивости признаков в условиях повышенного радиационного фона — закономерности, отмеченной у многих позвоночных и беспозвоночных животных под воздействием антропогенных стрессоров (Klausnitzer, Jacob, 1982).

В районе с повышенным фоном ионизирующей радиации модификация затронула и наружные покровы блох. Тело блохи покрыто полукольцами склеритов с дорсальной (тергиты) и вентральной (стерниты) сторон, черепицеобразно налегающих один на другой. Внешний край такого полукольца свободен, внутренний соединяется межсегментной мембраной в виде складки. Такое соединение дает возможность телу блохи растягиваться при наполнении кишечника кровью или в период созревания яиц у самок (Snodgrass, 1946; Günter, 1961). У нормально развитых блох концевые части средних (III — VI) склеритов имеют неправильную округлую форму. Форма тергитов характеризуется наличием большего числа межвидовых отличий, чем форма концевой части стернитов, скрытых налегающими на них пластинками тергитов. В средней части брюшка форма склеритов малоизменчива. У блох, выплывших в условиях сложного спектра облучения, длина и форма тергитов претерпели изменения. Но на тотальных препаратах при размещении блохи на боку в силу механических причин невозможно точно измерить длину половины полукольца тергита. Относительно стабильным местом на тергите является основание крупной щетинки вертикального ряда. Определение соотношения длины от основания щетинки до наиболее выступающей части бокового закругления и от нее до выступающей концевой части VI тергита свидетельствует о некотором удлинении терминальной доли тергита у самок *Ct. uncinatus* с загрязненной территории ($M = 1,33$, $\text{lim } 1,26 - 1,46$ против $M = 1,21$, $\text{lim } 1,10 - 1,25$ в контроле; различия при уровне значимости 0,05). У самцов с зараженной территории минимальные и максимальные значения индекса выше в 1,08 раза. Однако размах колебания значения признака в этих выборках одинаков ($M = 1,24$, $\text{lim } 1,21 - 1,28$ против $M = 1,15$, $\text{lim } 1,12 - 1,19$ в контроле). Таким образом, тенденция изменения размеров тергитов выявляется преимущественно у самок.

Изменения структуры обнаруживаются при анализе концевых частей тергитов и стернитов. При

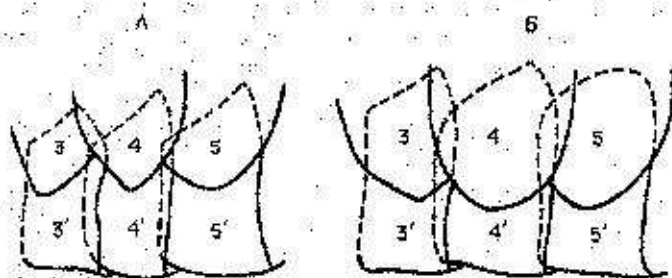


Рис. 2. Схема строения сегментов брюшка самок *Megabothris turbidus* с загрязненной радионуклидами (А) и контрольной (Б) территории; 3 — 5 — тергиты соответствующих сегментов брюшка, 3' — 5' — стерниты

этом одна и та же направленность изменений отмечается у всех исследованных нами видов блох. Модификация средних тергитов выражается в изменении очертания субвентрального закругления (резкий скос спереди), за счет чего концевая часть приобретает конусообразную форму с округлой вершиной (рис. 2, А).

В норме срединный стернит представляет собой широкую основную пластинку, вертикальный край которой слегка наклонен, а концевая часть его, скрытая соответствующим тергитом, закруглена спереди и полого опускается к боковому выступу, на который налегает расположенный впереди стернит (рис. 2, Б). На территории с повышенным радиационным фоном у некоторых самок блох концевая часть стернита представляет собой длинный узкий отросток с закругленным концом (рис. 2, А). В том или ином виде структурные изменения могут коснуться только тергитов или только стернитов одного или нескольких сегментов брюшка (рис. 3, А, Б). Выявлены особи и с измененной формой обоих склеритов (таблица).

Морфологические изменения обнаруживаются не только при анализе формы тергитов и стернитов, но выявляются в виде вырезок на голени, по краям стерноплевры, склеритов (рис. 3, В, Г). Подобные нарушения встречаются одиночно или в разных сочетаниях. У одних самок *St. uncinatus* только часть края бокового выступа VII стернита имеет вырезки, у других мелковолнистые края имеют стерниты и тергиты. У двух особей изменена форма тергитов, а выемчатые края имеют только часть стерноплевры. Среди самцов *St. agyrtus* встречались особи с аномальной формой тергитов; выемки были отчетливо выражены на краях стерноплевры и на концевой части латерального закругления IV и V тергитов. Аналогичные, но реже выраженные, изменения отмечены и у самок *St. uncinatus*.

Частота встреч морфологических аномалий у блох из радиационно загрязненных пенхозов имеет множественный характер (таблица). Отклонения в морфологическом развитии встречаются чаще у самок; у самцов они проявляются гораздо реже и не столь ярко выражены. Структурные нарушения обнаружены нами у обоих полов блох, собранных в 1991 и 1992 гг.

Отмеченные нами нарушения в морфологии блох развиваются на фоне относительной стабильной

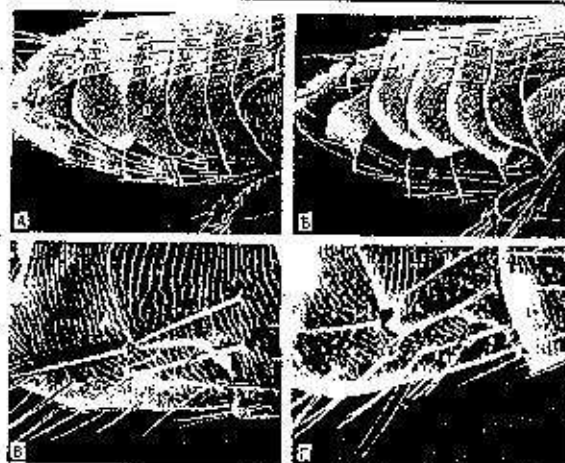


Рис. 3. Структура поверхности брюшка самок блох *Stenophthalmus uncinatus*; А, Б — с контрольной (50х), В, Г — загрязненной радионуклидами территории (150х); с — стернит, т — тергит, стрелкой отмечен край 7-го стернита

структуры популяций этих эктопаразитов и их хозяев. Индекс обилия блох на грызунах был достаточно низким и в пределах одного порядка: 2,33 в 1991 г. и 2,72 в 1992 г. Численность грызунов также держалась на отметке ниже средней для данного региона: 3,0 — 3,2 зверька на 100 ловушко-суток. Можно предположить, что существующий уровень загрязнения биотопоза, ставший постоянным фактором среды в течение жизни нескольких поколений, не вызывает существенного снижения жизнеспособности блох и их плодовитости. Отмечено, однако, что давление повышенного радиационного фона на популяции с высокими плодовитостью и сменой поколений может привести к усиленной радиостойкости этих популяций, что может маскировать вред, нанесенный популяциям

Частота структурных изменений у блох, собранных в зоне радиоактивного воздействия

Вид	Пол	Число особей	Из них с изменениями			Наличие вырезок
			тергитов (т)	стернитов (с)	т + с	
<i>Stenophthalmus uncinatus</i>	самки	21	6	6	3	2
		5*	3	—	—	4
	самцы	21	1	0	0	2
		4*	0	—	—	0
<i>St. agyrtus</i>	самки	6	1	2	0	0
		6	1	—	—	0
	самцы	8*	3	—	—	2
		8*	2	—	—	2
<i>Megabothris turbidus</i>	самки	10	6	5	5	2
		3*	1	—	—	1
	самцы	3	1	0	1	1

* Отмечено число блох, просмотренных в сканирующем электронном микроскопе.

хроническим облучением (Моисе и др., 1993). Возможно, что в данной ситуации радиация проявляет дезинтегрирующее воздействие через соматические мутации, приводящие к нарушению сложной системы регуляторных механизмов, определяющих нормальное формирование (Дубинин и др., 1971). Однонаправленные аномальные структурные изменения у четырех видов блох, по-видимому, можно объяснить

давлением доминирующего фактора, выделяющегося из сложного спектра других экологических факторов и оказывающего определенное селективное воздействие. Таким фактором предположительно может быть хроническое облучение малыми дозами ионизирующей радиации, биологическое действие которых непредсказуемо (Ehrenberg et al., 1984).

* * *

Работа выполнена при финансовой поддержке научной программы «Биологическое разнообразие» (проект 3.3.229).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Александров Г.М., Нарышкин М.А. 1977. Миграция радионуклидов в лесных биогеоценозах. М.
Долгов В.А., Крылова Т.В., Циперсон В.П., Олейниченко В.Ю., Пикольский В.С., Лобачев В.С. 1992. Биомониторинг радиационной нагрузки в лесных сообществах мелких млекопитающих // Науч. докл. высш. школы. Биол. науки. № 11 — 12. 127 — 133.
Дубинин Н.П., Шевченко В.А., Померанцева М.Д. 1971. Действие ионизирующих излучений на популяции // Радиэкология (Современные проблемы радиобиологии). М. С. 183 — 228.
Моисе И.Б., Лях И.П., Макеева Е.Н. 1993. Генетический мониторинг природных популяций дрозофил из областей БССР с разным уровнем радиационного фона // Радиационные аспекты Чернобыльской аварии: Тр. Всесоюз. конф. Обнинск, 22 — 25 июня, 1988. Т. 2. СПб. С. 232 — 238.
Ушаков Б.А., Панфилов А.В. 1991. Радиоактивное загрязнение лесов Брянской области // Ма-

териалы Российской радиобиологической науч.-произв. конф. Ч. 2. Брянск. С. 18 — 19.

Ehrenberg L., Monstacci E., Osterman-Golkar S., Ekman G. 1984. Dosimetry of genotoxic agents and dose-response relationships of their effect // Risk estimate of genotoxic chemicals, Vol. 4. Amsterdam. P. 121 — 289.

Friedel T., Gillet G. 1977. Contribution of male-produced proteins to vitellogenesis in *Melanophus sanguinipes* // J. Insect Physiol. 23, N 1. 145 — 151.

Günter K.K. 1961. Funktionell-anatomische Untersuchung des männlichen Kopulationsapparates der Flöhe unter besonderer Berücksichtigung seiner postembryonalen Entwicklung // Deutsche Entomol. Ztschr. 8, N 3/4. 258 — 349.

Klausnitzer B., Jakob U. 1982. Probleme der morphologischen Bioindikation bei Tier unter urbanen Bedingungen // Biol. Rdsch. 20. 351 — 363.

Snodgrass R.E. 1946. The skeletal anatomy of fleas (Siphonaptera) // Smiths. Misc. Coll. 104, N 18.

Поступила в редакцию 21.09.95

THE MODIFICATION OF STRUCTURE OF THE FLEAS (SIPHONAPTERA) DEVELOPED BY CHRONIC IONIZING RADIATION

T.V. Krylova, S.Yu. Chaika

The morphological anomalies in 4 species of fleas (*Stenophthalmus uncinatus*, *Ct. agyrtes*, *Ct. assimilis*, *Megabothris turbidus*) of forestry rodents living in the Bryansk Region by small doses of chronic radiation exposure have been studied along several generations. We observed a change in the size of some flea organs a structural change in the terminal parts of the abdomen tergites and sternites, and the formation of grooves on some sclerites. The morphological anomalies were more frequently occurred in females.