
БИОЛОГИЯ

УДК 591.15:595.7+577.47

МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ МЕЖПОПУЛЯЦИОННОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ МЕЛАНИЗИРОВАННОГО РИСУНКА ПЕРЕДНЕСПИНКИ *PYRRHOCORIS APTERUS* В СИСТЕМЕ МОНИТОРИНГА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

**И.В. БАТЛУЦКАЯ,
Е.Н. ХОРОЛЬСКАЯ,
В.А. ГЛОТОВ,
Е.А. ПРОХОРОВА**

*Белгородский государственный
университет*

e-mail: bat@bsu.edu.ru

Клоп-солдатик *Pyrrhocoris apterus* отвечает основным требованиям биоиндикации. Изучалась изменчивость меланизированного рисунка переднеспинки *Pyrrhocoris apterus* с применением морфофизиологического подхода. Обнаруженный спектр изменчивости обеспечивается популяционным гомеостазом в ответ на антропогенное воздействие. Установлена взаимосвязь между мышцами груди и отдельными меланизированными элементами переднеспинки.

Ключевые слова: биоиндикация, изменчивость, *Pyrrhocoris apterus*, меланизированный рисунок, переднеспинка, кутикула, мышечные пучки.

Основной составляющей системного анализа природной среды являются информационно значимые показатели изменчивости легко диагностируемых признаков животных. В этой связи биоиндикационную ценность приобретает правильный выбор объектов и методов исследования. *Pyrrhocoris apterus* (клоп-солдатик) отвечает основным требованиям биоиндикации: малоподвижен, трофически связан с определенными местами обитания, имеет хорошо выраженный меланизированный рисунок покрова, представленного дискретными элементами с различным спектром изменчивости. Многие авторские исследования показали, что существенным моментом взаимодействия клопа со средой является формирование определенных вариаций элементов меланизированного рисунка [1].

В настоящей статье представлены результаты исследования, целью которого явилось изучение изменчивости меланизированного рисунка переднеспинки *Pyrrhocoris apterus* и применение морфофизиологического подхода при обосновании использования данного явления в региональной системе комплексного экологического мониторинга.

Материалы и методы исследования

Материалом данного исследования послужило 4663 половозрелых особей клопа-солдатика из десяти природных популяций. Краткая характеристика проанализированного материала из природных популяций, находящихся под различным уровнем АВ представлена в таблице. Приготовлено 140 тотальных микропрепаратов грудного отдела особей с наиболее характерными вариациями меланизированного рисунка переднеспинки. Авторами использован комплекс методик: выборочное наблюдение, вы-

деление вариаций меланизированного рисунка переднеспинки клопа-солдатика, при-готовление серийных микроскопических тотальных препаратов по методике Роскина (1957) с авторскими изменениями, применительно к насекомым [2].

Результаты и их обсуждение

Анализ собранного материала с применением ранее составленного каталога, позволил обнаружить более 100 вариаций меланизированного рисунка переднеспинки [3]. Выделенный спектр изменчивости меланизированного рисунка согласуется с результатами исследований, проведенных с использованием других биологических видов [4]. Обнаруженное явление обеспечивается популяционным гомеостазом в ответ на антропогенное воздействие (АВ) [5]. Вариация П1 обнаружена во всех выборках. Степень АВ определяли согласно авторской шкале [6]. Сопоставление полученных значений частот встречаемости обнаруженных вариаций позволяет предположить, что в природных популяциях, испытывающих слабое АВ, подавляющее число особей являются носителями вариации П1 (популяции 1 и 2). Выборки из этих популяций показывают небольшой спектр изменчивости 3-4 вариации, как правило, это вариации П1, П2, П3 и П4.

Выборочный материал из популяций находящихся под средним АВ представлен особями, которые гораздо реже имеют рисунок переднеспинки П1 (от 13 до 56%). Полученные результаты свидетельствуют о более широком спектре изменчивости элементов переднеспинки (до 10 различных вариаций). В данном случае следует отметить также обязательное присутствие вариации П7 (рис.1).

Выборки из популяций, испытывающих сильное АВ, характеризуются особями, у которых вариация П1 встречается у 55-72% проанализированных насекомых. Для такого популяционного материала характерен более узкий спектр изменчивости (4-8 вариаций) по сравнению с популяциями, испытывающими среднее АВ.

Таблица

Характеристика исследованного материала

№ попул.	Место сбора	Кол-во особей	Частота встречаемости вариации П1, %	АВ
1	Борисовский р-он заповедник	350	95,4±0,7	слабое
2	заповедник	612	97,1±0,6	
3	Шебекинский р-он кора дерева	213	29,6±1,2	среднее
4	дорога	269	13,3±2,0	
5	Яковлевский р-он подворье	350	24,5±1,5	
6	Чернянский р-он дорога	800	28,0±1,2	сильное
7	усадьба	600	55,8±1,0	
8	Белгородский р-он цем. завод	319	72,7±0,9	
9	совхоз	540	70,0±0,8	
10	лес	610	65,9±1,3	

На наш взгляд, наибольший интерес для экологического мониторинга представляет соотношение вариаций П1, П6 и П7 меланизированного рисунка переднеспинки. В группе популяций, испытывающих среднее АВ заметно снижена частота встречаемости вариации П1 по сравнению с популяциями, испытывающими слабое



или сильное АВ. Одновременно с этим повышена частота встречаемости вариации П7. Логично предположить, что адаптивные стратегии популяций реагируют на повышение АВ за счет увеличения особей с «резервной» вариацией переднеспинки. Вариации П1 и П7 меланизированного рисунка переднеспинки имеют сходное расположение мышечных пучков грудного отдела, подходящих к этим элементам. Вариация П6 представлена асимметричным рисунком и обнаружена преимущественно в популяциях, испытывающих сильное АВ (см. рис.1).

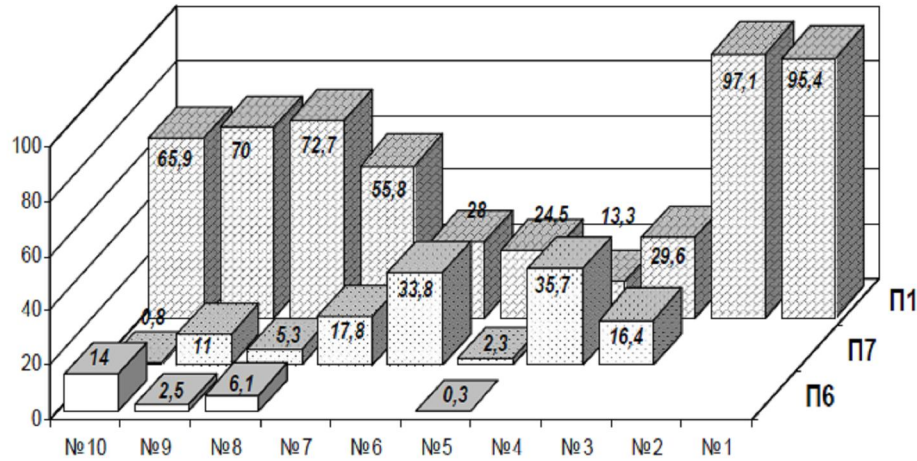


Рис. 1. Встречаемость вариаций П1, П6 и П7 меланизированного рисунка клопа-солдатика в популяциях

Факт изменчивости меланизированных покровов клопа-солдатика мы склонны объяснить морфофизиологическим подходом, позволяющим установить взаимосвязь между мышцами груди и отдельными меланизированными элементами переднеспинки насекомого (рис.2).

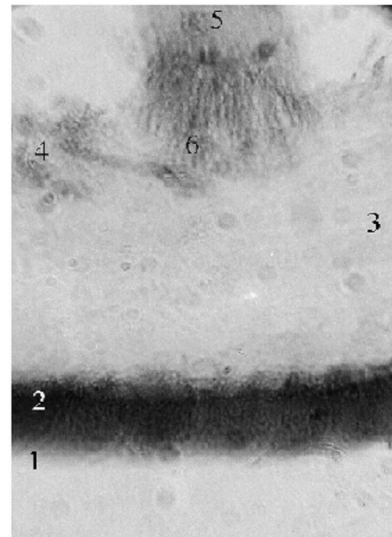


Рис. 2. Прикрепление мышечного волокна к кутикуле *Rugthocoris apterus*. Грудь. Продольный срез. Ув. 100? 10.
1 – эпикутикула; 2 – экзокутикула; 3 – эндокутикула; 4 – гиподерма; 5 – мышечное волокно; 6 – тонофибриллы.

Анализ литературных данных показал, что меланин у различных видов насекомых может залегать как в экзокутикуле, так и в гиподерме. Данные о характере расположения меланина в кутикулярном слое клопа-солдатика отсутствуют [7]. При микропрепарировании кутикулярномышечного аппарата клопа-солдатика мы обнаружили наличие двух слоев эпикутикулы- экзокутикулы и эндокутикулы. Нами установлено, что меланин располагается в экзокутикуле. Характер залегания меланина может быть различным, что связано с цветовой насыщенностью и различными вариациями меланизированного рисунка.

Роль второго слоя в обеспечении механизма прикрепления мышечных пучков к кутикуле стала очевидной, когда микропрепараты показали, что гиподерма кутикулы образована выраженным слоем живых гиподермальных клеток округлой формы. К гиподермальному слою непосредственно подходят мышечные волокна.

Изучение серий гистологических микропрепаратов позволило выяснить, что мышечная система грудного отдела *Penthacoris apterus* представлена плотноупакованным (микрофибрилярным) типом мышц. Это быстрые мышцы с частотой сокращения до нескольких десятков циклов в секунду [8]. Каждая мышца состоит из множества мышечных волокон с хорошо выраженной продольной исчерченностью. Замеры показали, что диаметр волокна колеблется в пределах от 31,2 до 34,32 мкм. Мышечное волокно представлено миофибриллами и неравномерно лежащими под сарколеммой ядрами (рис. 3).

Подходя к гиподермальному слою покровов, миофибриллы переходят в тонофибриллы – специализированные тончайшие микротрубочки, образуя мышечно-гиподермальные синапсы (рис. 4). Тонофибриллы, связанные с одной стороны с десмосомами мышечных волокон, а с другой – с кутикулиновым слоем эпикутикулы, дойдя до слоя гиподермальных клеток, лежащих между кутикулой и мышечным волокном, внедряются в их плазму в виде фибрилл, состоящих из хитина. Тонофибриллы, помимо функции прикрепления, обеспечивают сохранность основных живых компонентов гиподермальных клеток – ядра и цитоплазмы. Пройдя сквозь базальную мембрану и гиподермальный слой, эти структуры пронизывают эндокутикулу, экзокутикулу и заканчиваются в кутикулиновом слое эпикутикулы (см. рис. 2).

Использование морфофизиологического подхода позволило установить существование топографического соответствия между элементами меланизированного рисунка переднеспинки и подходящих к ним мышечных пучков грудного отдела насекомого.

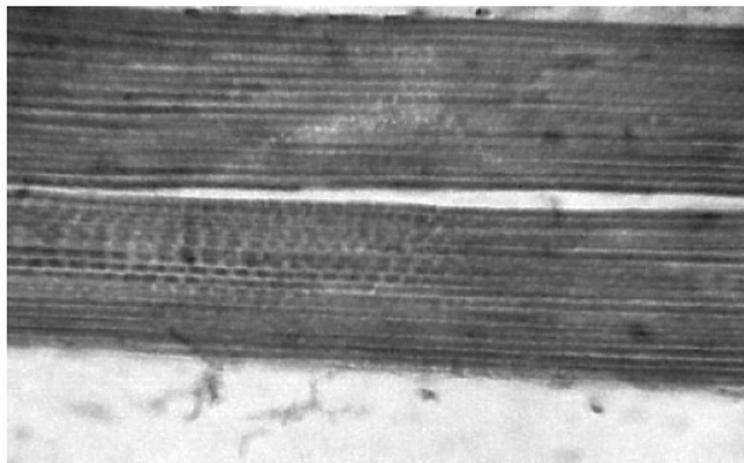


Рис. 3. Клоп-солдатик. Грудь. Мышечное волокно.
Продольный срез. Ув. 100×7



Рис. 4. Клоп-солдатик. Грудь. Продольный срез прикрепление мышечного пучка к гиподермальному слою наружной кутикулы. Ув. 40×10

Выводы

Анализируя весь материал по изменчивости меланизированного рисунка переднеспинки *Rythocoris apterus* и морфофизиологическую природу этого явления в популяциях, находящихся под различным АВ авторам представляется возможным выделить следующие критерии для экологического оценивания: процентное содержание особей, носителей вариаций П1 и П7; количество вариаций, характеризующих спектр изменчивости меланизированного рисунка переднеспинки, обусловленную похождением плотноупакованных быстрых мышц к гиподермальному слою кутикулы.

Таким образом, популяционную изменчивость меланизированного рисунка переднеспинки *Rythocoris apterus* можно рассматривать как один из элементов экологического биомониторинга среды.

Список литературы

1. Батлущая И.В. Изменчивость меланизированного рисунка насекомых в условиях антропогенного воздействия: Монография. – Белгород, 2003. – 168 с.
2. Роскин Г.И., Левинсон Л.Б. Микроскопическая техника. – М.: Наука, 1957. – 467 с.
3. Хорольская Е.Н., Батлущая И.В., Глотов В.А. Спектр изменчивости меланизированного рисунка переднеспинки клопа-солдатика // Научные ведомости Белгородского государственного университета, серия Химия и Биология. – Вып. 1 – Белгород, 2006 – С. 146 – 152.
4. Шилов, И.А., Калецкая М.Л., Ивашкина И.Н., Солдатова А.Н. Пространственная структура популяций полевков-экономок (*Microtus oeconomus*) в Дарвинском заповеднике // Зоолог. журн. – 1977. – Т. 56, №2. – С. 257–267.
5. Шилов, И.А. Популяционный гомеостаз // Зоолог. журн. – 2002. – Т. 81, №9. – С. 1029–1047.



6. Батлущкая, И.В. Экологический и морфологический анализ изменчивости меланизированного рисунка покрова насекомых: Автореф. дис. ... доктор. биолог. наук. – Ульяновск, 2004. – 32 с.
7. Захваткин, Ю.А. Курс общей энтомологии. – М.: Колос, 2001. – 68 с.
8. Свидерский В.Л. Локомоция насекомых: нейрофизиологические аспекты. – Л.: Наука, 1988. – 258с.

**MORPHOPHYSIOLOGICAL GROUNDS OF APPLICATION
OF INTERPOPULATION VARIABILITY OF MELANIZED PRONOTUM PATTERN
IN FIRE BUG (PYRRHOCORIS APTERUS) IN THE ENVIRONMENTAL
MONITORING SYSTEM**

**I.V. BATLUTSKAYA,
V.A. KHOROLSKAYA,
V.A. GLOTOV,
E.A. PROKHOROVA**

Belgorod State University

e-mail: bat@bsu.edu.ru

Pyrrhocoris apterus (Fire Bug) meets the basic requirements of bioindication. The variability of melanized spectrum of pronotum with application of morphophysiological approach has been studied. The spectrum of variability is provided by population homeostasis in response to man's impact. Interrelation between some breast muscles and some melanized elements of pronotum have been found.

Key words: bioindication, variability, Pyrrhocoris apterus (Fire Bug), melanized pattern, pronotum, cuticle, fascicles.
