

УДК 595. 754 (470.324)

## ФЕНЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ГРУППИРОВОК КЛОПА *LYGUS RUGULIPENNIS* POPP. (HETEROPTERA, MIRIDAE), НАСЕЛЯЮЩИХ Г. ВОРОНЕЖ И ЕГО ОКРЕСТНОСТИ

© 2003 г. В.Б. Голуб, Н.С. Лихман

*Воронежский государственный университет*

В статье рассматриваются результаты популяционно-фенетического анализа трех группировок клопа *Lygus rugulipennis* Poppr. (Heteroptera, Miridae) из г. Воронежа и его окрестностей. Выделены 21 дискретная вариация окраски переднеспинки и 7 вариаций окраски щитка. Исследованы широта и особенности изменчивости признаков самцов и самок в каждой группировке. Установлены наиболее высокие показатели фенотипического разнообразия группировки, заселяющей поля фильтрации Воронежской тепловой электростанции, в условиях максимальной антропогенной нагрузки.

Работа по выявлению и сравнительному анализу популяционно-фенетической структуры группировок *Lygus rugulipennis* Poppr., населяющих г. Воронеж и его окрестности, выполнена в рамках программы исследований Лаборатории биоразнообразия и мониторинга наземных и пресноводных экосистем биологического учебно-научного центра Воронежского государственного университета.

*Исследования выполнены при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант 02-04-49920) и Министерства образования Российской Федерации (грант Е00-6.0-33).*

В фенетических исследованиях используются виды животных и растений различных систематических групп, в том числе представители отряда полужесткокрылых (Heteroptera), в частности, – рода *Lygus* Hahn, или полевых клопов (семейство Miridae, или клопы-слепняки). Травяной клоп (*Lygus rugulipennis* Poppr.), распространенный почти во всей Палеарктике [1], является наиболее многочисленным во всех характерных для полевых клопов биотопах. В Европе он же наиболее многочислен и на посевах сельскохозяйственных культур [6]. Вид отвечает всем основным требованиям, предъявляемым к видам-индикаторам [7]: имеет широкий ареал, высокую численность, эвритопен (предпочитает открытые биотопы с мезо- и ксерофитными условиями), не синантропен.

Травяной клоп – многоядный фитофаг, в довольно высокой численности заселяет, как естественные ассоциации, так и рудеральную растительность. Следовательно, возможна сравнительная оценка морфологических и экологических показателей вида в выборках из естественных и антропогенно измененных участков. Учетам численности благоприятствует

представленность вида преимущественно в верхнем ярусе травянистой растительности (62,6 % от численности группировок вида, заселяющих все ярусы) [2]. Выявлена также невысокая миграционная активность за значительный промежуток времени и достаточно высокая продолжительность жизни имаго, достигающая двух месяцев [2]. Последний факт позволяет говорить о возможности существования в пределах популяции, но в различных условиях, фенетически в той или иной мере различающихся устойчивых группировок особей. В связи с изложенным выше, *L. rugulipennis* представляется удобным объектом для оценки состояния экосистем и в биомониторинговых исследованиях.

При использовании *L. rugulipennis* в фенетических исследованиях мы принимали во внимание следующие его биологические особенности.

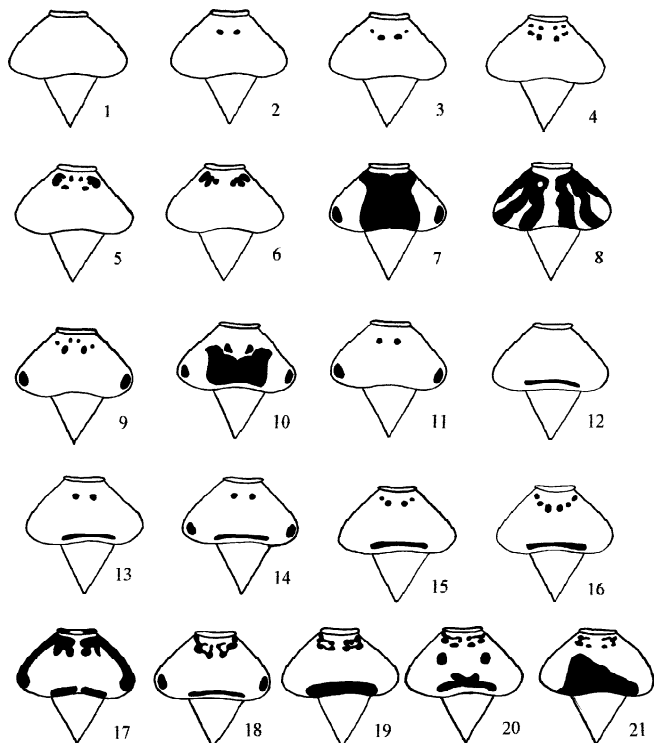
Зимует травяной клоп во взрослой фазе. В течение теплого периода года дает несколько поколений, накладывающихся одно на другое и с трудом разграничиваемых (в Воронежской области он имеет 2-3 поколения). Массовый вылет взрослых особей первого поколения приходится на середину-конец июня. Третье поколение (частичное) развивается во второй половине августа - сентябре на отаве многолетних трав. Обычно к осени численность популяции травяного клопа повсеместно значительно возрастает. Отлет на места зимовки начинается с первых чисел сентября и длится до начала ноября. Для зимовки клопы выбирают защищенные от ветра сухие или, реже, не слишком влажные места. Чаще всего клопы большими группами размещаются под кустарниковой порослью между сухими листьями в верхнем слое подстилки [5].

Для проведения фенетического анализа популяции *Lygus rugulipennis*, находящейся в условиях различной степени антропогенной нагрузки, нами были использованы 3 выборки из следующих пунктов г. Воронежа и его окрестностей:

- 1) детский парк «Орленок», расположенный в центре города по улице Ф. Энгельса (в дальнейшем – «парк»);
- 2) поля фильтрации ВОГРЭС (левый берег водохранилища, вблизи ВОГРЭС и завода синтетического каучука, представляющие собой урбанизированный, полностью антропогенно трансформированный ландшафт (в дальнейшем – «ВОГРЭС»);
- 3) пос. Отрожка на северной окраине города (между поселками Отрожка и Боровое вблизи завода «Видефон» и железной дороги; пробы отбирались на опушках и полянах сосновых насаждений; в дальнейшем – «Отрожка»).

В популяционно-фенетическом анализе использовались дискретные состояния признаков (вариации) окраски переднеспинки и щитка объекта исследований. Выделение состояний признаков переднеспинки проводилось по количеству, величине и расположению пятен и полос. Состояния признаков щитка устанавливались по размерам и конфигурации светлых и темных участков на нем (рис. 1, 2).

Для оценки фенетического разнообразия использовались следующие общепринятые показатели. Внутривидовое разнообразие дискретных состояний анализируемых признаков оценивалось с помощью показателя  $\mu$  [4]:



**Рис. 1.** Вариации окраски переднеспинки *Lygus rugulipennis* в выборках из г. Воронежа и его окрестностей

$$\mu = \left( \sqrt{p_1} + \sqrt{p_2} + \dots + \sqrt{p_n} \right)^2,$$

$$S_\mu = \sqrt{\frac{\mu(m - \mu)}{N}},$$

где  $\mu$  - среднее число вариаций в выборке,  $p_1, p_2, \dots, p_n$  - выборочные значения частот вариаций в долях от единицы ( $p_1 + p_2 + \dots + p_n = 1$ ),  $N$  - объем выборки,  $S$  - статистическая ошибка,  $m$  - количество морф.

При попарном сравнении выборок использовался показатель сходства популяций  $r$  [3]:

$$r = \frac{\sqrt{p_1 q_1} + \sqrt{p_2 q_2} + \dots + \sqrt{p_n q_n}}{\sqrt{\frac{1 - p_0 - r^2}{N_1} + \frac{1 - q_0 - r^2}{N_2}}},$$

где  $p_1, p_2, \dots, p_n$  - частоты в выборке из первой популяции,  $q_1, q_2, \dots, q_n$  - частоты в выборке из второй популяции,  $S_r$  - ошибка,  $N_1$  - объем первой выборки,  $N_2$  - объем второй выборки,  $p_0$  - сумма частот вариантов первой выборки, не представленных во второй,  $q_0$  - сумма частот вариантов второй выборки, не представленных в первой.

Критерий идентичности (I) выборок из двух популяций Животовского [3] рассчитывался по формуле:

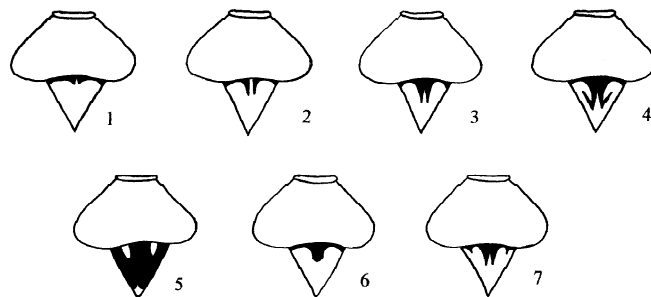
$$I = \frac{8 \cdot N_1 N_2}{N_1 + N_2} \left( 1 - r - \frac{p_0 + q_0}{4} \right).$$

Величина I распределяется примерно как  $\chi^2$  с  $m - 1$  степенями свободы при нуль-гипотезе, свидетельствующей о принадлежности обеих выборок к одной генеральной совокупности.

В результате фенетического анализа популяции из всех трех выборок *Lygus rugulipennis* были выделены 21 дискретное состояние окраски переднеспинки и 7 дискретных состояний окраски щитка (рис. 1, 2).

Состав вариаций признаков переднеспинки и щитка в трех выборках представлен в таблицах 1 и 2.

Как показывает анализ представленности дискретных состояний признаков обоих анализируемых структур, во всех трех выборках степень реализации возможных вариаций обоих исследованных признаков достаточно высока и составляет 48-71% по рисунку переднеспинки и 57-86% - щитка. При этом



**Рис. 2.** Вариации рисунка щитка *Lygus rugulipennis* в выборках из г. Воронежа и его окрестностей

Состав вариаций окраски переднеспинки *Lygus rugulipennis* (%) в выборках из трех пунктов г. Воронежа

Выборки \ Вариации	1	2	3	4	5	6	7
Парк	2,63	31,58	2,63	18,42	13,16	21,05	2,63
ВОГРЭС	18,42	18,42	7,89	5,26	5,26	2,63	–
Отрожка	–	31,58	2,63	13,16	7,89	7,89	–
Выборки \ Вариации	8	9	10	11	12	13	14
Парк	2,63	2,63	2,63	–	–	–	–
ВОГРЭС	13,16	2,63	–	7,89	2,63	2,63	5,26
Отрожка	–	–	–	–	–	5,26	–
Выборки \ Вариации	15	16	17	18	19	20	21
Парк	–	–	–	–	–	–	–
ВОГРЭС	2,63	2,63	2,63	–	–	–	–
Отрожка	5,26	10,53	–	2,63	7,83	2,63	2,63

Таблица 2

Состав вариаций щитка *Lygus rugulipennis* (%) в выборках из трех пунктов г. Воронежа

Выборки \ Вариации	1	2	3	4	5	6	7
Парк	7,89	5,26	44,74	2,63	36,84	–	2,63
ВОГРЭС	28,95	2,63	39,47	10,53	10,53	7,89	–
Отрожка	2,63	–	36,84	28,95	31,58	–	–

во всех выборках разнообразие вариаций у самцов выше (43-67%), чем у самок (14-24%).



Часть состояний признаков (2, 3, 4, 5, 6), встречающихся во всех выборках, являются, по-видимому, маркерами видового уровня. Состояния признаков, выявленные только в одной из выборок, можно, очевидно, рассматривать в качестве маркеров локальных группировок в пределах одной популяции. В частности, такими маркерами микропопуляционного уровня в выборке из парка являются вариации 7 и 10, с полей фильтрации ВОГРЭС – 11, 12, 14, 17, из Отрожки – 18, 19, 20, 21.

Наиболее высокий показатель внутривидового разнообразия ( $\mu$ ) рисунка переднеспинки выявлен в выборке с полей фильтрации ВОГРЭС, наименьший – из парка. Наибольший показатель по признакам щитка установлен для выборки с полей фильтрации, наименьший – из Отрожки (табл. 3).

Высокие показатели внутривидового разнообразия, характерные для выборки с полей фильтрации ВОГРЭС, связаны, очевидно, с гораздо более сильным антропогенным воздействием на экосистему, которая, по существу, является полностью искусственной.

Во всех выборках, в целом для самцов и самок, вариативность рисунка переднеспинки выше, чем таковая щитка: в выборке из парка – в 1,74 раза, с полей фильтрации ВОГРЭС – в 2,55 раза, из Отрожки – 2,93 раза. При этом у самцов различия в степени вариативности переднеспинки и щитка выше, чем у самок: в выборке из парка разнообразие вариаций рисунка переднеспинки выше такового щитка в 2,08, с полей фильтрации ВОГРЭС – в 2,39, из Отрожки – в 3,35 раза. Соотношение показателей фенологического разнообразия этих же структур у самок в выборке с полей фильтрации ВОГРЭС составляет – 1,24, из Отрожки – 1,31. Только в выборке из парка

Показатели внутривидового генетического разнообразия ( $\mu$ ) *Lygus rugulipennis* трех выборок из г. Воронежа

Структура		Пункт	Парк	ВОГРЭС	Отрожка
	Прсп		7,61±0,65	13,03±0,74	9,37±0,50
	Щ		3,66±0,44	5,46±0,36	2,80±0,15
	Прсп		2,53±0,30	4,16±0,48	3,09±0,14
	Щ		2,53±0,30	3,36±0,38	2,35±0,33
В целом	Прсп		7,76±0,68	13,00±0,83	10,24±0,69
	Щ		4,45±0,43	5,10±0,35	3,49±0,22

Примечание. «Прсп» – сокращенно переднеспинка, «Щ» – щиток

Показатель сходства популяций  $r$  (выше диагонали) и критерий идентичности  $I$  (ниже диагонали) трех выборок *Lygus rugulipennis* из г. Воронежа по характеру изменчивости переднеспинки (Прсп) и щитка

Прсп Щиток	Парк	ВОГРЭС	Отрожка
Парк		0,70±0,07	0,73±0,05
		0,86±0,05	0,88±0,05
ВОГРЭС	33,99		0,61±0,06
	17,57		0,88±0,05
Отрожка	22,27	33,76	
	15,26	22,53	

у самок показатели генетического разнообразия рисунка переднеспинки и щитка равны.

Сравнительный анализ исследуемых группировок по показателю сходства ( $r$ ) показал, что по проявлению вариаций наиболее близки между собой группировки в парке и Отрожке, наименее – группировки, населяющие поля фильтрации – и окрестности Отрожки (табл. 4). Более высокие показатели сходства состава фенотипа щитка при попарном сравнении выборок объясняются, вероятно, меньшей, в целом, вариативностью признаков щитка, по сравнению с таковой признаков щитка.

Результаты расчетов критерия идентичности ( $I$ ) отражены в таблице 4.

Для соответствующих чисел степеней свободы (переднеспинка  $k=20$ , щитка  $k=6$ ) и 5%-го уровня значимости стандартные значения критерия  $\chi^2$  составляют соответственно 31,41 и 12,59. Таким образом, фактические значения критерия идентичности по признакам щитка для всех трех пар выборок превышают

стандартные: нуль-гипотеза о принадлежности выборки одной генеральной совокупности отвергается. Фактические значения критерия идентичности по признакам переднеспинки превышают стандартные для двух пар выборок: парк – ВОГРЭС и Отрожка – ВОГРЭС). Для пары выборок Отрожка – парк оно меньше стандартного. Принадлежность выборок из последних двух пунктов отбора проб к одной генеральной совокупности свидетельствует, очевидно, о большем сходстве в них условий обитания и воздействия факторов внешней среды, в том числе антропогенного, отражающихся в значительном соответствии реакций организмов фенотипического характера.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аглямзянов Р.С. Обзор рода *Lygus* (Heteroptera, Miridae) фауны Монголии// Насекомые Монголии. Л.: Наука, 1990. Вып. 11. С. 25-39.
2. Голуб В.Б., Шуваев Е.Е., Касаткин А.И. Оценка некоторых экологических особенностей и фене-

тических показателей клопа лигус ругулипеннис (сем. Мириды) как возможного вида – биоиндикатора// Состояние и проблемы экосистем Усманского бора. Воронеж, 1992. С. 95 –103 (Тр. биол. учеб.-научн. базы ВГУ; Вып. 1).

3. *Животовский Л.А.* Показатели сходства популяций по полиморфным признакам// Общая биология, 1979. Т. 40. №4. С. 587 – 602.

4. *Животовский Л.А.* Показатели популяционной изменчивости по полиморфным признакам. Фене-

тика популяций. М.: Наука, 1982. С. 38 – 44.

5. *Пучков В.Г.* Главнейшие клопы-слепняки – вредители сельскохозяйственных культур. Киев: Наукова думка, 1966. 189 с.

6. *Пучков В.Г.* Отряд Hemiptera (Heteroptera) полужесткокрылые// Насекомые и клещи – вредители сельскохозяйственных культур. – Л.: Наука, 1972. Т. 1. С. 222 – 261.

7. *Степанов А.М.* Методология биоиндикации и фонового мониторинга экосистем суши// Экотоксикология и охрана природы. М.: Наука, 1988. С. 28 –108.