

АКАДЕМИЯ НАУК СССР  
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ  
БИОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ЛАНДШАФТНАЯ  
ЭКОЛОГИЯ  
НАСЕКОМЫХ

Сборник научных трудов

Ответственный редактор  
доктор биологических наук Г.С. Золотаренко



НОВОСИБИРСК  
«НАУКА»  
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ  
1988

- нестадных саранчовых в Барабе и ее влияние на луговую растительность // Бюл. МОИП. Отд. биол. - 1959. - Т. 64(1). - С. 51-60.
- Пшеницына Л.Б. Трофическая специализация саранчовых одного биотопа и распределение их нагрузки на растительность // Вопросы экологии. - Новосибирск: Новосиб. ун-т, 1981. - С. 66-68
- Стебаев И.В. Жизненные формы и половой диморфизм саранчовых Тувы и Юго-Восточного Алтая // Зоол. журн. - 1970. - Т. 49, вып. 3. - С. 325-336.
- Стебаев И.В., Гукасян А.Б. Прямокрылые насекомые (*Tettigonioidae* и *Acrididae*) как стимуляторы микробиологических процессов распада и минерализации растительной массы в луговых степях Западной Сибири // Там же. - 1963. - Т. 42, вып. 2. - С. 216-221.
- Стебаев И.В., Омельченко Л.Б. Общие особенности морфоадапционных типов, или жизненных форм саранчовых Южной Сибири и сопредельных территорий // Вопросы экологии. - Новосибирск: Новосиб. ун-т, 1981. - С. 13-38.
- Стебаев И.В., Пшеницына Л.Б. Избирательность питания доминантных видов саранчовых Прииртышских степей и пойменных лугов, определяемая методом диагностики ботанического состава экскрементов // Там же, 1978. - С. 18-59.
- Ханминчун В.М. Флора Восточного Танну-Ола. - Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1980. - 120 с.
- Hummelen P., Gillon G. Etude de la nourriture des Acridiens de la savane de Lamto en Cote d'Ivoire // Ann. Univ. Abidjan. Ser. E. - 1968. - Vol. 1, N 2. - P. 199-206.

А.Г. Бугров, Л.В. Высоцкая

ЧАСТОТА И ЛОКАЛИЗАЦИЯ ХИАЗМ  
КАК ПОКАЗАТЕЛЬ СТЕПЕНИ  
ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СПЕЦИАЛИЗАЦИИ ВИДА  
НА ПРИМЕРЕ САРАНЧОВЫХ  
(ORTHOPTERA, ACRIDIDAE)

Явлениям немутационной изменчивости, в том числе рекомбинационной, в настоящее время уделяется особо пристальное внимание. Рекомбинация, не создавая качественных изменений в генетической информации, выявляет сочетание генов, на которые может воздействовать отбор, сохраняя один из них и элиминируя другие. Все это обеспечивает адаптивность процесса генерирования изменчивости у высших организмов /Жученко, Король, 1985/. О степени рекомбинационной изменчивости можно судить по количеству видимых в первой профазе мейоза перекрестов гомологичных хро-



матид — хиазм, свидетельствующих о месте прохождения кроссинговера /Кушев, 1971/. Естественно ожидать, что рекомбинационная изменчивость тем выше, чем большее количество хиазм и чем случайнее место их локализации в бивалентах того или иного вида (в нашем случае саранчовых).

Саранчовые семейства Acrididae — прекрасный объект для количественного изучения хиазмотипии, поскольку имеют в кариотипах небольшое число хромосом ( $2n\sigma = 23, 21, 19, 17$ ), а хиазмы во время профазной конденсации хромосом не терминализуются /Henderson, 1969/. При анализе закономерностей распределения хиазм в мейозе саранчовых показано, что их частота и дисперсия этой величины мало подвержены популяционной изменчивости. Следовательно, степень рекомбинационной изменчивости оказывается видовой характеристикой в пределах таксономической общности Acrididae /Высоцкая и др., 1983/.

В статье делается попытка оценить степень рекомбинационной изменчивости некоторых видов саранчовых. При этом принят принцип, что в основе генетической лабильности, необходимой для жизни в изменчивой среде, лежат рекомбинации.

Для решения поставленной задачи исследованы особенности хиазмотипии у 63 видов саранчовых, принадлежащих к трем подсемействам и 20 трибам. Материал собран в 1977–1983 гг. в Сибири, Казахстане, Средней Азии и на юге Дальнего Востока СССР. Из семенников самцов саранчовых приготавливали сухие давленные препараты, которые окрашивали орсеином по стандартной методике /Роскин, Левинсон, 1957/. Подсчет средней частоты хиазм проводили на 5–10 особях одного вида, взятых из одного или нескольких местообитаний. Для каждой особи проанализировано не менее 25 клеток на стадии пахитены или диакинеза первой профазы мейоза.

Подсчет средней частоты хиазм и дисперсии этого показателя на мейотическую клетку у исследованных видов показал размах значений этих признаков в пределах общности (рис. 1). У большинства видов количество и распределение хиазм нормальное /по: White, 1970/. В мейозе у этих видов обнаруживается по 3–5 хиазм на больших, по 2–3 на средних и по одной хиазме на мелких бивалентах (рис. 2, а, б). Число хиазм в разной степени варьирует между клетками у особей одного вида, чем объясняется дисперсия этого признака (см. рис. 1). Группа видов, имеющая такой тип хиазмотипии в морфоадаптационном плане, наименее специализирована /Стебаев, Омельченко, 1981; Стебаев и др., 1984/. В качестве примера можно привести *Arcyptera fusca fusca* (Pall.). В горно-котловинных степях Тувы этот вид может быть встречен на профиле от первых, часто заболоченных речных террас до верхних частей остепненных горных склонов. В Заилийском Алатау *Conophyma semenovi* Zub., по нашим наблюдениям, обитает на профиле от подгорных равнин, часто занятых посевами хлебных злаков, до субальпийских лугов. К этой же группе видов с высокой рекомбинационной изменчивостью относятся и наиболее опасные вредители сельского хозяйства (итальянский прус, пус-



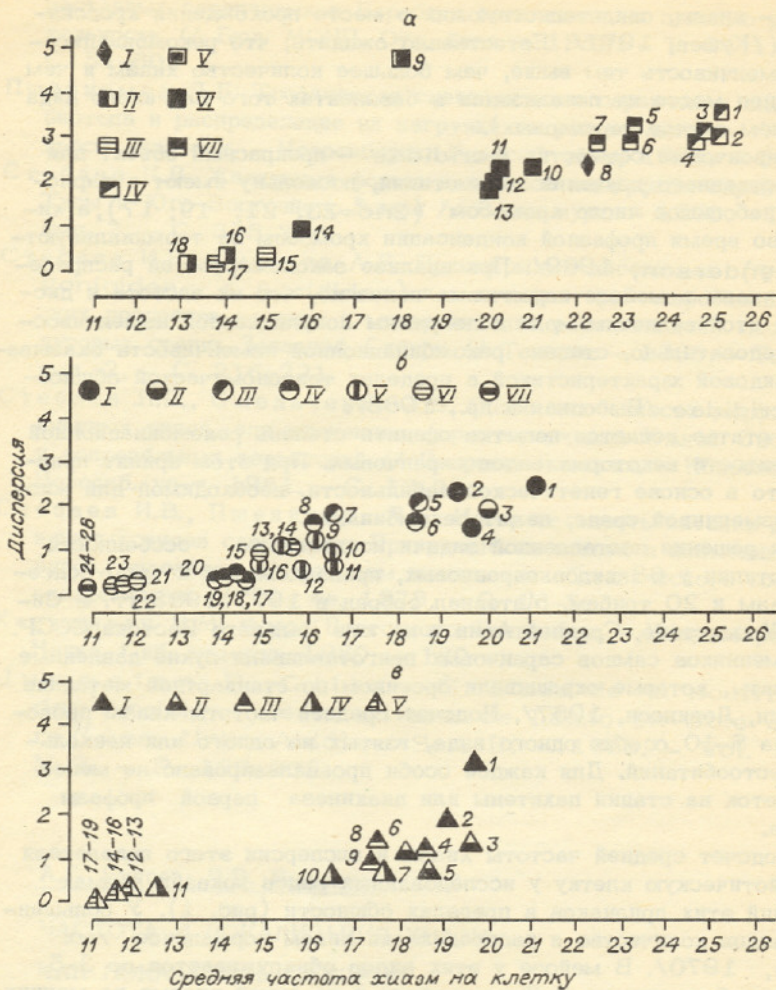


Рис. 1. Цитогенетические характеристики саранчовых.

а - подсемейство Catantopinae. Трибы: I - Egnatiini; II - Eupreopcnemidini, III - Oxyini, IV - Conophymatini; V - Calliptamini, VI - Podismini, VII - Dericorytini. Виды: 1 - *Conophyma sokolowi* Zub., 2 - *C. semenovi* Zub., 3 - *C. turkestanicum* Sergeev, 4 - *C. przewalskii* B.-Bienko, 5 - *Dericorys albidula* Serv., 6 - *D. annulata* (Fieb.), 7 - *D. tibialis* (Pall.), 8 - *Egnatius apicalis* Stal., 9 - *Calliptamus barbarus* (Costa), 10 - *Podisma pedestris* (L.), 11 - *Primnoa primnoa* F.-W., 12 - *P. primnoides* (Ikonn.), 13 - *P. ussuriensis* (Tarb.), 14 - *Eirenephilus longipennis* (Shir.), 15 - *Oxya chinensis* (Thunb.), 16 - *Eupreopcnemis unicolor* Tarb.,



17 - *Oxya fuscovittata* (Marsch.), 18 - *Shirakiacris shirakii* (I. Bol.).

6 - подсемейство Acridinae. Трибы: I - Acrypterini, II - Phlaeobini, III - Acridini, IV - Dociostaurini, V - Gomphocerini, VI - Chrysochraontini, VII - Mecostethini. Виды: 1 - *Arcyptera fusca* (Pall.), 2 - *Ramburiella turcomana* (F.-W.), 3 - *Duroniella gracilis* Uv., 4 - *Pararcyptera microptera* (F.-W.), 5 - *Truxalis eximia* (Eich.), 6 - *Dociostaurus maroccanus* (Thunb.), 7 - *Acrida oxycephala* (Pall.), 8 - *Dociostaurus kraussi* (Ingen.), 9 - *Chorthippus intermedius* (B.-Bienko), 10 - *Aeropedellus variegatus* (F.-W.), 11 - *Euchorthippus pulvinatus* (F.-W.), 12 - *Stauroderus scalaris* (F.-W.), 13 - *Chorthippus hammarstroemi* (Mir.), 14 - *Podismopsis ussuriensis* Ikonn., 15 - *P. altaica* (Zub.), 16 - *Chorthippus dichrous* (Ev.), 17 - *Eremippus simplex* (Ev.), 18 - *Notostaurus albicornis* (Ev.), 19 - *Notostaurus popovi* Mir., 20 - *Dociostaurus plotnikovi* Uv., 21 - *Mongolotettix japonicus* (I. Bol.), 22 - *Euthystira brachyptera* (Ocsk.), 23 - *Chrysochraon dispar* (Germ.), 24 - *Stethophyma grossum* (L.), 25 - *Mecostethus alliaceus* (Germ.), 26 - *Stethophyma tsherskii* (Ikonn.).

в - подсемейство Oedipodinae. Трибы: I - Epacromiini, II - Sphingonotini, III - Locustini, IV - Oedipodini, V - Bryodemini. Виды: 1 - *Epacromius tergestinus* (Charp.), 2 - *Aiolopus thalassinus* (F.), 3 - *Pseudosphingonotus savignyi* (Sauss.), 4 - *Pyrgoderma armata* F.-W., 5 - *Sphingoderus carinatus* (Sauss.), 6 - *Sphingonotus maculatus* Uv., 7 - *Oedipoda caerulescens* L., 8 - *Oedaleus decorus* (Germ.), 9 - *Locusta migratoria* L., 10 - *Celes variabilis* (Pall.), 11 - *C. skalozubovi* Adel., 12 - *Angaracris barabensis* (Pall.), 13 - *A. rhodopa* (F.-W.), 14 - *Bryodema heptapotamicum* B.-Bienko, 15 - *Br. luctuosum* (Stoll), 16 - *Br. gebleri* (F.-W.), 17 - *Br. holdereri* Krauss, 18 - *Br. tuberculatum* (F.), 19 - *Br. orientale* B.-Bienko.

тынная саранча, мароккская саранча и др.). Можно предполагать, что в силу большого количества хиазм и случайного их распределения по длине бивалента в потомстве может возникнуть большое число рекомбинантных типов. Это, по-видимому, и позволяет видам с высокой степенью рекомбинационной изменчивости осваивать экологически различающиеся биотопы.

Обращает на себя внимание то, что часть видов, принадлежащих к разным таксонам и имеющих различные наборы хромосом, характеризуются малыми значениями частоты хиазм и ее варибельности (см. рис. 1). В профазе мейоза у этих видов каждый бивалент образует только одну хиазму на плечо хромосомы (см. рис. 2, в, г).



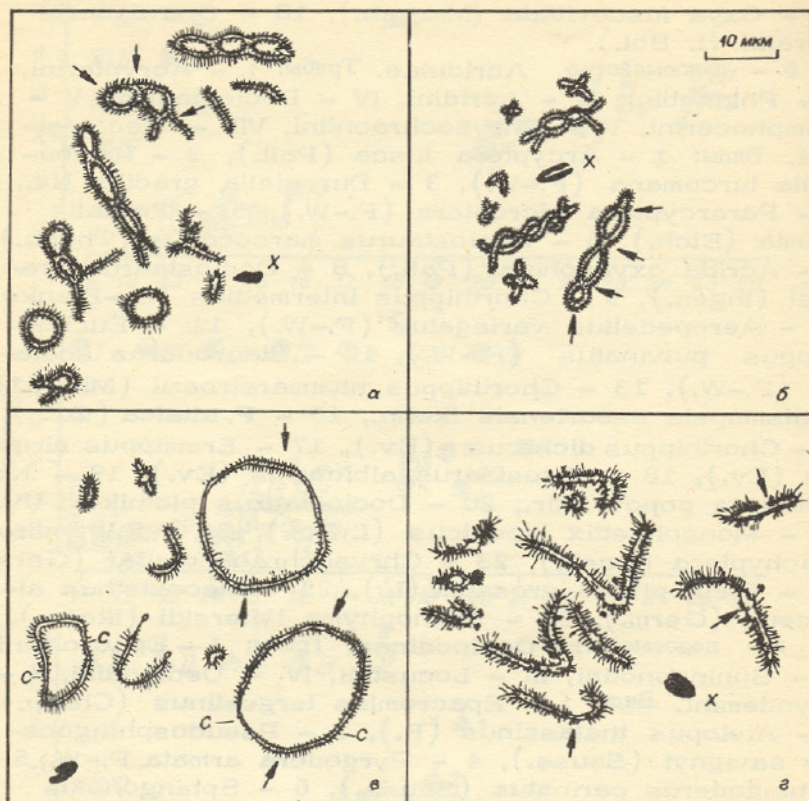


Рис. 2. Различная локализация хиазм в бивалентах на стадии диакинеза у четырех видов саранчовых.

а - *Conophyma semenovi* ( $2n\sigma=23$ ); б - *Chrysochraon dispar* ( $2n\sigma=17$ ); в - *Bryodema tuberculatum* ( $2n\sigma=23$ ). Стрелками указана локализация хиазм в некоторых бивалентах. X - половой унивалент, С - центромерный район.

Часто хиазмы у этих видов строго локализованы в проксимальных или дистальных районах хромосом. В группу видов с ограниченной хиазмотипией и, как следствие, ограниченной рекомбинационной изменчивостью входят представители триб *Bryodemini*, *Chrysochraontini*, *Mecostethini*. Данные по экологии видов, принадлежащих к этой группе, свидетельствуют об их обитании в узких пределах гигротермических и биотических условий. Все изученные нами в цитогенетическом плане виды трибы *Bryodemini* - специализированные открытые геобионты пустынно-степных ландшафтов Центральной Азии /Бей-Биенко, Мищенко, 1951; Стебаев, Омельченко, 1981/. Также крайне специализированными, но уже в за-



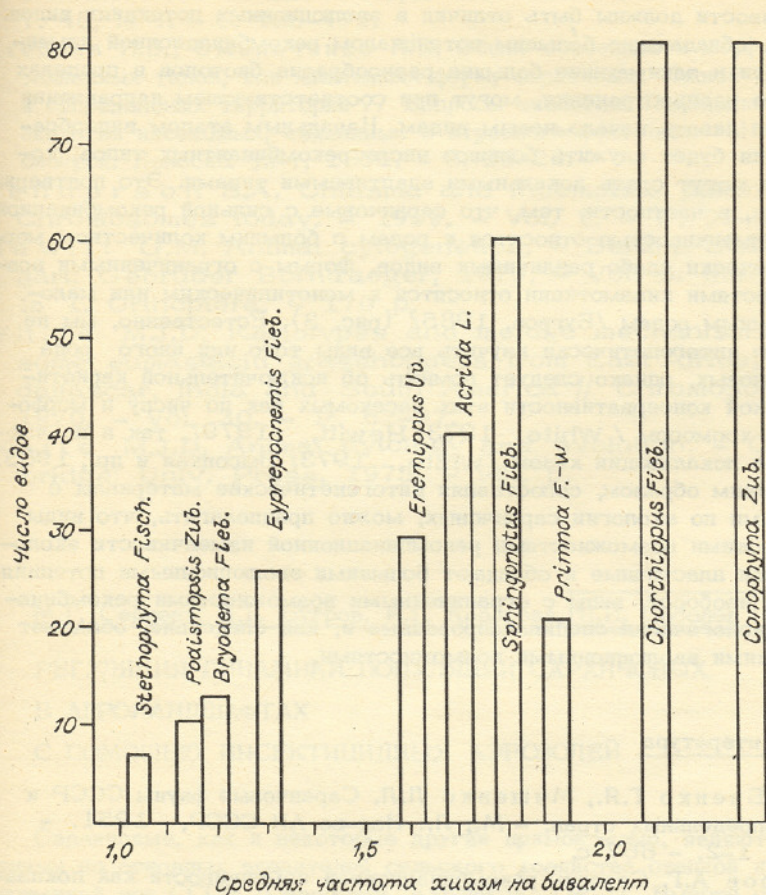


Рис. 3. Зависимость между частотой хиазм и числом видов в роде у саранчовых.

крытой среде обитания (луга, лугово-степные ландшафты), считаются представители трибы *Chrysochraontini*. Виды трибы *Mecostethini* – обитатели влажных биотопов, вне которых популяции этих видов почти не обнаруживаются. Перечисленным таксонам свойственно характерное поведение бивалентов в первой профазе мейоза, когда гомологичные хромосомы обмениваются целыми плечами и родительские группы практически не смешиваются. Таким образом, в потомстве появление новых генных комбинаций ограничено, что, по-видимому, не позволяет занимать видам с ограниченной рекомбинационной изменчивостью биотопы, различающиеся по гиротермическим и биотическим условиям.

Вероятно, результатом разной степени рекомбинационной из-



менчивости должны быть отличия в эволюционных потенциях видов. Виды, обладающие большим потенциалом рекомбинационной изменчивости и занимающие большее разнообразие биотопов в пределах своего распространения, могут при соответствующем направлении отбора давать начало новым видам. Начальным этапом видообразования будет служить большое число рекомбинантных типов, которые могут стать локальными адаптивными типами. Это подтверждается, в частности, тем, что саранчовые с сильной рекомбинационной изменчивостью относятся к родам с большим количеством морфологически слабо различимых видов. Формы с ограниченными возможностями хиазмотипии относятся к монотипическим или малочисленным родам /Бугров, 1985/ (рис. 3). Естественно, мы не можем цитогенетически изучить все виды того или иного рода саранчовых, однако следует помнить об исключительной кариотипической консервативности этих насекомых как по числу и морфологии хромосом /White, 1973; Hewitt, 1979/, так и по частоте и локализации хиазм /White, 1973; Высоцкая и др., 1983/.

Таким образом, сопоставляя цитогенетические материалы с данными по экологии саранчовых, можно предполагать, что виды с широкими возможностями рекомбинационной изменчивости экологически пластичные и обладают большими эволюционными потенциями и, наоборот, виды с ограниченными возможностями рекомбинации экологически специализированные и, как следствие, обладают меньшими эволюционными возможностями.

### Литература

- Бей-Биенко Г.Я., Мищенко Л.Л. Саранчовые фауны СССР и сопредельных стран. - М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1951. - Т. 1-2. - 667 с.
- Бугров А.Г. Степень рекомбинационной изменчивости как показатель эволюционной потенции вида на примере саранчовых // Макроэволюция: Материалы I Всесоюз. конф. по проблемам эволюции. - М.: Наука, 1984. - С. 23-24.
- Высоцкая Л.В., Бугров А.Г., Стебаев И.В. Частота хиазм как цитогенетический критерий эволюционных отношений в семействе Acrididae // Журн. общ. биологии. - 1983. - Т. 44, № 4. - С. 480-490.
- Жученко А.А., Король А.Б. Рекомбинация в эволюции и селекции. - М.: Наука, 1985. - 400 с.
- Кушев В.В. Механизмы генетической рекомбинации. - Л.: Наука, Ленингр. отд-ние, 1971. - 247 с.
- Роскин Г.И., Левинсон Л.Б. Микроскопическая техника. - М.: Сов. наука, 1957. - 467 с.
- Стебаев И.В., Бугров А.Г., Высоцкая Л.В. Анализ филогенетических отношений короткоусых прямокрылых (Orthoptera, Caelifera, Eumastacoidea и Acridoidea) фауны СССР на основании синтеза цитогенетических, таксономических



и экологических данных // Журн. общ. биологии. - 1984. - Т. 45, № 4. - С. 456-471.

Стебаев И.В., Омельченко Л.В. Общие особенности морфоадап-  
тационных типов, или жизненных форм, саранчовых Южной Сибири  
и сопредельных территорий // Вопросы экологии: Поведение и  
экология насекомых, связанных с агробиогенозами. - Ново-  
сибирск: Новосибир. ун-т, 1981. - С. 13-28.

Henderson S.A. Chiasma and incomplete pairing // Chromosomes today. - 1969. - Vol. 2. - P. 98-104.

Hewitt G.M. Animal cytogenetics. - Berlin; Stutt-  
gart: Gebrüder Borntraeger, 1979. - Vol. 3: Insec-  
ta 1, Orthoptera. - 170 p.

White M.J.D. Karyotypes and meiotic mechanisms of  
some eumastacid grasshoppers from East Africa, Ma-  
dagascar, India and South America // Chromosoma. -  
1970. - Vol. 30. - P. 62-97.

White M.J.D. Animal cytology and evolution. - Cam-  
bridge: Univ. Press, 1973. - 961 p.

М.Г. Сергеев, А.Г. Бугров, И.Г. Казакова, Н.Н. Соболев

## РЕГУЛЯЦИЯ ДИНАМИКИ ПОПУЛЯЦИЙ САРАНЧОВЫХ В АГРОЛАНДШАФТАХ С ПОМОЩЬЮ ИНСЕКТИЦИДНЫХ АЭРОЗОЛЕЙ

Саранчовые, как и некоторые другие прямокрылые, являются одними из основных вредителей сельского хозяйства степной и пустынной зон СССР /Старостин, Курдюков, 1983/. Вместе с тем не следует недооценивать их значения в биогенезах в качестве активных агентов круговорота веществ, в том числе деструкторов фитомассы /Стебаев, 1968/. По отношению к этим насекомым особенно актуально положение о необходимости неполного их уничтожения, т.е. регуляции динамики их популяций /Фадеев, Новожилов, 1984/.

Задача эффективного снижения численности саранчовых в условиях агроландшафта может быть решена путем применения инсектицидных аэрозолей с помощью аэрозольного генератора с регулируемой дисперсностью (ГРД). Их преимущество - в определенной избирательности действия в результате регулирования диаметра капель /Оптимизация технологии..., 1983/. Оценке возможностей инсектицидных аэрозолей в регуляции популяционной динамики саранчовых в агроландшафтах и посвящена настоящая статья.

Влияние инсектицидных аэрозолей на население саранчовых и других прямокрылых насекомых исследовалось нами в 1982-1985 гг.