

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РСФСР

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
им. ЛЕНИНСКОГО КОМСОМОЛА

# ВОПРОСЫ ЭКОЛОГИИ

## ПОВЕДЕНИЕ И ЭКОЛОГИЯ НАСЕКОМЫХ, СВЯЗАННЫХ С АГРОБИОГЕОЦЕНОЗАМИ

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

Ответственный редактор  
д-р биол. наук И. В. Стебаев

НОВОСИБИРСК

1981



А.Г.Бутров, Л.В.Высоцкая

КАРИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ  
НЕКОТОРЫХ САРАНЧОВЫХ (ОРТНОРТЕРА: ACRIDOIDEA )  
СИБИРИ, СРЕДНЕЙ АЗИИ И ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

Саранчовые (Acridioidea) — одна из наиболее изученных групп насекомых. Это, по-видимому, объясняется тем, что человек столкнулся с ними на заре своей хозяйственной деятельности как с опасными вредителями возделываемых культур растений. Дальнейший интерес к этой группе обусловлен прежде всего тем, что она оказалась удобным объектом для общепаразитологических построений. Тем не менее на систематику и филогению этой группы нет единого взгляда, хотя для решения этого вопроса привлекаются данные палеонтологии (Шаров, 1968) и сравнительной анатомии (Подгорная, 1977). С середины XX в. в зарубежной литературе начинают появляться работы по кариологии прямокрылых, в которых дается довольно подробная характеристика кариотипов многих видов из Западной Европы, Африки, Индии, Северной и Южной Америки и в особенности Австралии (White, 1965; 1967; 1968; 1970; John, Hewitt, 1966; 1968).

Между тем в СССР с его богатой фауной саранчовых (около 500 видов), где благодаря трудам Г.Я.Бей-Биенко акридология развивалась более чем где-либо, сведения о кариотипах крайне скудны (Кикнадзе, Высоцкая, 1970). Поэтому цель нашей работы — исследование хромосомных наборов видов саранчовых, ранее не изученных кариологически. Эта работа тем более необходима, что большая часть видов, кариотипы которых нами описываются, изучена в морфологическом, экологическом и этологическом планах.

Сборы насекомых были проведены в полевые сезоны 1975–1979 гг. Исследовалась фауна саранчовых горного Алтая, юга Западной Сибири, влажных лугов и широколиственных лесов Дальнего Востока, степей и горных степей южной Тувы, песчаных и эфемеровых пустынь Туркмении, тугаёв и гор южного Узбекистана, каменистых и

соляноквых пустынь, горных степей и субальпийских лугов Юго-Восточного Казахстана.

Пойманным насекомым вводили 0,1–0,2 мл 0,1%-ного раствора колхицина. Через 1,5–2 часа у самцов выделяли семенные фолликулы. После 15-минутной обработки в 0,9%-ном растворе цитрата натрия их фиксировали в смеси 96%-ного этанола с ледяной уксусной кислотой (3:1), отмывали и хранили в 70%-ном этаноле. Из семенников приготавливали сухие давленные препараты, которые окрашивали по Фельгену или 2%-ным ацетоорсеином. Аналогичным образом готовили препараты из фолликулярных клеток яичников самок. Хромосомные препараты фотографировали на фотопленку "Микрат-300" с помощью микроскопа МББ-I и фотонасадки МЭН-II. Анализ хромосом проводился на черно-белых отпечатках.

Результатом кариологического исследования явились сведения о кариотипах 70 видов саранчовых, относящихся к четырем семействам: Eumastacidae, Purgomorphae, Pamphagidae, Acrididae.

Сравнительно-кариологический анализ изученных видов показал, что значительное видовое разнообразие внутри надсем. Acridoidea сочетается с удивительной кариологической консервативностью не только на видовом уровне, но и на уровне надвидовых таксонов (табл. I). Кариотипическая стабильность отмечается и другими авторами (White, 1967; 1968; Dirsh, 1975).

Число аутосом в гаплоидных наборах изученных видов варьирует от 8 до 11. Так как для этих видов характерна XO-система определения пола (наиболее распространенная среди прямокрылых), то у самцов мы наблюдаем вариации в диплоидном наборе от 17 до 23, а у самок соответственно от 18 до 24 хромосом.

Низкая вариабельность числа хромосом у саранчовых говорит о специфичности этой – одной из самых древних, а ныне процветающей – группы насекомых, внутри которой даже незначительные изменения хромосомного набора делают возможным эволюционно-систематические интерпретации.

Рассмотрим особенности кариотипов таксономических групп саранчовых разных рангов на примере изученных нами видов. Полнее всего в нашем исследовании представлено наиболее характерное для фауны СССР семейство саранчовых Acrididae, включающее подсемейства Catantopinae, Egnatinae, Acridinae, Oedipodinae.

Т а б л и ц а I

Число хромосом и хромосомных плеч  
в каротипах изученных видов саранчовых

Таксоны	№	2n <sup>♂</sup>
I	2	3
Eumastacidae		
Gomphomastacinae		
1. Gomphomastax clavata clavata (Ostr.)	21	19
2. * G. juniperi B.-Bienko	21	19
Pyrgomorphidae		
3. * Pyrgomorpha bispinosa Walk.	19	19
Pamphagidae		
4. * Melanotmethis fuscipennis fuscipennis (Redt.)	19	19
5. * Asiotmethis heptapotamicus heptapotamicus (Zub.)	19	19
6. * Pezotmethis tartarus (Sauss.)	19	19
7. * Haplotropis brunneriana Sauss.	19	19
Acrididae		
Catantopinae		
Dericorythini		
8. * Dericorys albidula Serv.	23	23
9. * D. tibialis (Pall.)	23	23
Oxyini		
10. * Oxya chinensis (Thunb.)	23	23
Conophymatini		
11. * Conophyma semenovi semenovi Zub.	23	23
12. * C. socolovi Zub.	23	23
Podismini		
13. * Zubovskia parvula (Ikonn.)	23	23
14. * Primnoa primnoa F.-W.	23	23
15. Podisma pedestris pedestris (L.)	23	23
16. Melanoplus frigidus frigidus (Boh.)	23	23
17. Eirenephilus longipennis (Shir.)	23	23
Cyrtacanthacridini		
18. Schistocerca gregaria (Forsk.)	23	23

## Продолжение табл. I

1	2	3
Calliptamini		
19. * Calliptamus abbreviatus Ikonn.	23	23
20. C. barbarus cephalotes F.-W.	23	23
21. C. italicus italicus (L.)	23	23
Eyprepocnemidini		
22. * Shirakiacris shirakii (I.Bol.)	23	23
Egnatiinae		
23. * Egnatius apicalis Stal.	23	23
Acridinae		
Ohrilidini		
24. * Ohrilida hebetata hebetata (Uv.)	23	23
Chrysochraontini		
25. Chrysochraon dispar dispar (Germ.)	23	17
26. Ch. dispar major Uv.	23	17
27. Euthystira brachyptera brachyptera (Ocsk.)	23	17
28. * Mongolotettix japonicus vittatus (Uv.)	23	17
29. * Podismopsis altaica (Zub.)	23	17
30. * P. poppiusi poppiusi (Mir.)	23	17
Arcypterini		
31. * Arcyptera fusca fusca (Pall.)	23	23
32. * Pararcyptera microptera crassiuscula (Zub.)	23	23
33. * Ramburiella turcomana (F.-W.)	23	23
Doclostaurini		
34. * Doclostaurus kraussi nigrogeniculatus (arb.)	23	23
35. * Eremippus simplex simplex (Ev.)	23	17
36. * E. mistshenkoi Steb.	23	19
Gomphocerini		
37. * Stenobothrus eurasius eurasius Zub.	23	17
38. St. lineatus (Panz.)	23	17
39. Omocestus viridulus (L.)	23	17
40. * Myrmeleotettix palpalis (Zub.)	23	17
41. * Aeropus sibiricus sibiricus (L.)	23	17
42. * Aeropedellus variegatus variegatus (F.-W.)	23	23
43. * Stauroderus scalaris (F.-W.)	23	17
44. * Chorthippus apricarius apricarius (L.)	23	17

## Продолжение табл. I

1	2	3
45. Chorthippus biguttulus biguttulus (L.)	23	17
46. Ch. intermedius (B.-Bienko)	23	17
47. Ch. hammarstroemi hammarstroemi (Mir.)	23	21
48. Ch. parallelus parallelus (Zett.)	23	17
49. Ch. albomarginatus albomarginatus (De G.)	23	17
50. Ch. montanus (Charp.)	23	17
51. Euchorthippus pulvinatus pulvinatus (F.-W.)	23+2	17+2B
Oedipodinae		
Epacromiini		
52. Epacromius tergestinus (Charp.)	23	23
53. Mecostethus grossus (L.)	23+2	23+2B
54. Parapleurus alliaceus alliaceus (Germ.)	23	23
Locustini		
55. Locusta migratoria migratoria L.	23+2	23+2B
56. Oedaleus asiaticus B.-Bienko	23	23
57. Oe. infernalis Sauss.	23	23
58. Psophus stridulus (L.)	23	23
59. Pyrgodera armata (F.-W.)	23	23
Oedipodini		
60. Celes variabilis variabilis (Pall.)	23	23
61. C. skalozubovi Adel.	23	23
62. Oedipoda coerulescens (L.)	23	23
Bryodemini		
63. Bryodema holdereri occidentale B.-Bienko	23+2	23+2B
64. Br. tuberculatum (F.)	23	23
65. Br. gebleri gebleri (F.-W.)	23	23
66. Br. heptapotamicum B.-Bienko	23	23
67. Angaracris rhodopa (F.-W.)	23	23
68. A. barabensis (Pall.)	23	23
69. Compsorhipis davidiana (Sauss.)	23	23
Sphingonotini		
70. Sphingonotus eurasius Mistsh.	23	23
Примечание. Звёздочками обозначены виды, цитогенетические данные для которых приводятся впервые.		

У всех изученных видов этого семейства наблюдается постоянство хромосомных плеч (основное число или  $2n$ ), за исключением случаев появления добавочных (или В-) хромосом в наборах (табл. I). Это позволяет предположить образование  $2I-$ ,  $I9-$  и  $I7-$  хромосомных форм кариотипов из доминирующего в Acrididae набора  $2n^{\sigma} = 23$  путем слияния одной, двух или трех пар акроцентрических хромосом. Уайт (White, 1957) считает центрические слияния одним из основных путей эволюции кариотипов у животных. По его мнению, уменьшение числа хромосом при увеличении доли суб- и метацентрических хромосом является основной тенденцией и в эволюции кариотипов саранчовых.

Исследованные кариотипы 63 представителей подсем. Acridinae в основном представлены  $23-$ хромосомными (69%) и  $I7-$ хромосомными формами (29%). Характерно, что для большинства представителей триб Chrysochraontini и Gomphocerini, имеющих  $I7-$ хромосомный набор, по палео- и зоогеографическим данным центром происхождения является древний материк Ангарида (Правдин, Мищенко, 1980). Это может указывать на их родство. В таком случае порядок расположения групп родов в таксономическом списке Acridinae (Бей-Биенко, Мищенко, 1951) не отражает филогенетические связи. По-видимому, следует считать трибы Chrysochraontini и Gomphocerini эволюционирующими с близкого филогенетического уровня.

Другие представители Acridinae, центром происхождения которых также является Ангарида: Arcyptera fusca, Pararcyptera microptera, Ramburiella turcomana, сохранили диплоидное число хромосом, равное 23, свойственное большинству изученных цитогенетически видов саранчовых (White, 1967; 1968; 1970; John, Hewitt, 1968; Dirsh, 1975). Это позволяет предположить более древнее происхождение трибы Arcypterini в комплексе триб, центром образования которых является Ангарида.

Представители подсем. Catantopinae, Egnatinae, Oedipodinae имеют диплоидные числа хромосом, равные 23 (табл. I). В литературе для подсем. Catantopinae указываются числа хромосом  $2n^{\sigma} = 19, 2I, 22^*, 23$ , а для подсем. Oedipodinae

\* Четные числа хромосом в диплоидном наборе наблюдаются в том случае, когда имеется нео-ХУ система определения пола.

$2n\sigma = 19, 21, 23$ . Как в том, так и в другом случае кариотипы, содержащие 23 акроцентрические хромосомы, являются преобладающими (Dirsh, 1975).

Сем. Eumastacidae в нашем материале представлено только двумя видами рода Gomphomastax - *G. clavata clavata*, *G. juniper*. Кариотип первого был ранее описан Уайтом (White, 1968). Сем. Eumastacidae (по данным некоторых авторов, надсемейство (Dirsh, 1975)) - обитатели тропических лесов и в Средней Азии представлены реликтами домиоценовой тропической фауны (Правдин, Мищенко, 1980). Учитывая литературные данные и данные, полученные нами для двух представителей подсем. Gomphomastacinae, хромосомный набор  $2n\sigma = 19$ , содержащий одну пару крупных метацентрических, одну пару средних субметацентрических и 15 акроцентрических хромосом, будет модальным для этого небольшого подсемейства, являющегося по распространению самым северным из 21 подсемейства сем. Eumastacidae. Значительное разнообразие хромосомных наборов внутри сем. Eumastacidae ( $2n\sigma = 13, 15, 17, 19, 21, 23, 25$  (White, 1970)) не позволяет делать заключение о филогенетическом положении подсем. Gomphomastacinae на основании имеющихся цитогенетических данных.

Исследованные виды сем. Purgomorphae и Pamphagidae обнаруживают исключительное постоянство хромосомных наборов, содержащих 19 акроцентрических хромосом (табл. I). Такой кариотип указан и для других представителей этих семейств, изученных в цитогенетическом плане (White, 1967; Dirsh, 1975). Нам трудно согласиться с мнением Уайта (White, 1967) о том, что кариотип, свойственный представителям этих двух семейств, можно считать производным от преобладающего в Acridioidea кариотипа из 23 акроцентрических хромосом в результате "потери" двух пар хромосом в процессе эволюции. Скорее всего, здесь мы имеем дело с более сложными хромосомными перестройками, чем центрические слияния. Если судить по палео- и зоогеографическим данным, то, по-видимому, Purgomorphae и Pamphagidae возникли еще до юрского периода на Африканском материке. Это обстоятельство свидетельствует о глубокой древности данных семейств (Правдин, Мищенко, 1980). Можно предположить, что сем. Purgomorphae и Pamphagidae филогенетически довольно близки друг другу, во всяком случае ближе, чем к Acrididae или Eumastacidae, и их нужно считать рано обособившимися от общего ствола Acridio-



idea группами. Эволюция и филогения этих семейств проходили без изменения кариотипа, содержащего 19 акроцентрических хромосом и отличающегося от кариотипов представителей остальной совокупности семейств числом хромосомных плеч.

Результаты изучения кариотипов 70 видов саранчовых подтверждают мнение многих авторов о том, что хромосомные наборы видов Acridoidea характеризуются удивительной стабильностью. Это несомненно затрудняет использование цитогенетических исследований для систематических и филогенетических построений. Однако чем большее единообразие в кариотипах саранчовых мы наблюдаем, тем более пристального внимания требуют те случаи, когда внутри какой-либо таксономической группы обнаруживается вариабельность в числе или морфологии хромосом. Примером такого рода является изменение хромосомного набора у *Chorthippus hammarstroemi*, у которого  $2n\sigma = 2I$  ( $nF = 23$ ). Остальные 8 видов из описанных для рода *Chorthippus* имеют диплоидное число хромосом, равное 17 (6 субметацентрических и 11 акроцентрических элементов). Подобное явление наблюдается и в трибе Gomphocerini, характеризующейся в основном  $2n\sigma = 17$ , в то время как *Aegopedellus variegatus* имеет  $2n\sigma = 23$ . Такая вариабельность чисел хромосом внутри трибы и даже рода может свидетельствовать как о случайности таксономического положения видов (что кажется нам маловероятным), так и о лабильности системы хромосомных перестроек, допускающей не только слияние хромосом, но и их разделение с образованием двух акроцентрических хромосом из одной метацентрической. Во всяком случае необходимо дальнейшее изучение кариотипов видов, близких по систематическому положению к *Ch. hammarstroemi* и *Ae. variegatus*, для того чтобы иметь возможность делать выводы о путях эволюции кариотипов в этих группах.

Все вышесказанное относится и к группе таксономически близких видов, куда входят *Dociostaurus kraussi* ( $2n\sigma = 23$ ), *Eremippus mistshenkoi* ( $2n\sigma = 19$ ) и *Eremippus simplex* ( $2n\sigma = 17$ ) при  $nF = 23$  для всех этих видов.

Еще одним типом хромосомной изменчивости является появление добавочных хромосом в кариотипах некоторых видов саранчовых: *Euch. pulvinatus*, *M. grossus*, *L. migratoria*, *Br. holdereri*, *S. carinatus* (табл. I). Эти виды являются перспективными для проведения популяционных исследований, направленных на выяснение цитогенети-

ческих механизмов на ранних этапах видообразования.

Таким образом, впервые дана краткая характеристика каротинов 70 видов из фауны СССР, из них 49 ранее не были описаны в литературе. Цитогенетические данные, полученные нами, могут служить материалом для решения вопросов систематики и филогении, особенно в сочетании с морфологическими и экологическими данными.

### Л и т е р а т у р а

Бей-Биенко Г.Я., Мищенко Л.Л. Саранчовые фауны СССР и сопредельных стран. Т. I, 2. Определители по фауне СССР. - М.-Л., 1951, с. 38, 40.

Кикнадзе И.И., Высоцкая Л.В. Измерение массы ДНК на ядро у видов саранчовых с разным числом хромосом. - Цитология, 1972, т. 12, № 9, с. 1100-1108.

Подгорная Л.И. Морфологические особенности прыгунчиков (Orthoptera: Tetrigoidea) в сравнении с настоящими саранчовыми. - Тр. Всесоюз. энтомот. о-ва. Т. 58. Морфологические основы систематики насекомых. - Л.: Наука, 1977.

Правдин Ф.Н., Мищенко Л.Л. Формирование и эволюция экологических фаун насекомых в Средней Азии. - М.: Наука, 1980.

Шаров А.Г. Филогения ортоптероидных насекомых. - Тр. палеонтол. ин-та, 1968.

Dirsh V.M. Classification of the Acridomorpha insects. Faringdon, Oxon, 1975.

John B., Hewitt G.M. Karyotype stability and DNA variability in the Acrididae. Chromosoma (Berl.), 1966, v. 20, p. 155-172.

John B., Hewitt G.M. Patterns and pathways of chromosome evolution within the Orthoptera. Chromosoma (Berl.), 1968, v. 25, p. 40-74.

White M.J.D. Some general problems of chromosomal evolution and speciation in animals. Survey biol. Progr., 1957, v. 3, p. 109-147.

White M.J.D. Chiasmatic and achiasmatic meiosis in african eumastacid grasshoppers. Chromosoma (Berl.), 1965, v. 16, 3, p. 271-307.

White M.J.D. Karyotypes of some members of the grasshopper families Lentulidae and Charilidae. Cytologia, 1967, v. 32, 2, p. 184-189.

White M.J.D. Karyotypes and nuclear size in spermatogenesis of grasshoppers belonging to the subfamilies Gomphomastacinae, Chininae, Bircellinae (Orthoptera, Eumastacidae). Caryologia, 1968, v.21, p.167-179.

White M.J.D. Karyotypes and meiotic mechanisms of some eumastacid grasshoppers from East Africa, Madagascar, India and South America. Chromosoma (Berl.), 1970, v.30, p.62-97.

Новосибирский государственный  
университет