

УДК 547.963 : 576.312

ИЗМЕРЕНИЕ МАССЫ ДНК НА ЯДРО У ВИДОВ САРАНЧОВЫХ  
С РАЗНЫМ ЧИСЛОМ ХРОСОМ

И. П. Кикнадзе и Л. В. Высоцкая

Лаборатория общей цитологии Института цитологии и генетики СО АН СССР,  
Новосибирск

В цитологической литературе часто употребляется термин «робертсоновские перестройки», т. е. такое изменение числа и формы хромосом у близких видов, при котором сохраняется генетический материал или теряется небольшая его часть. На перестройки такого типа впервые указал Робертсон (Robertson, 1916). Изучая кариотипы саранчовых, он обнаружил, что у *Syrbula acuticornis* хромосомный набор самца представлен 23 (22+X0) акроцентрическими элементами. У *Chorthippus* (Sten.) *curtipennis* число хромосом в наборе самца равно 17, но при этом появляются три пары V-образных хромосом с неравными плечами. Число плеч по-прежнему остается равным 23. Измерив длины плеч у хромосом того и другого вида, Робертсон предположил, что в случае *Ch.* (Sten.) *curtipennis* имеется постоянная ассоциация негомологичных хромосом 5S с 9S, 7S с 11S и 8S с 10S. Робертсон измерил также длины плеч у хромосом *Ch.* *biguttulus* и не нашел возражений своей гипотезе, суть которой в том, что V-образные хромосомы 17-хромосомных видов образовались в результате слияния акроцентрических элементов 23-хромосомных видов в районе центромер. Правда, Робертсон допускал возможность обратного пути эволюции кариотипов: путь разделения центромер и преобразования метацентрических хромосом в акроцентрические.

В течение долгого времени гипотеза Робертсона не подвергалась какому-либо критическому обсуждению или дополнительной экспериментальной проверке. Однако недавно Джон и Хэвитт (John and Hewitt, 1968) провели анализ нескольких видов саранчовых и их мутантов с целью внести ясность в вопрос о робертсоновских перестройках. В своей работе они исходили из положений Уайта (White; цит. по: John and Hewitt, 1968) о путях преобразования хромосом и локализации центромерных районов в эволюции кариотипов животных.

Эти же авторы (John and Hewitt, 1966) предприняли первую попытку измерить количество ДНК у девяти видов саранчовых с целью проверки гипотезы Робертсона. Если предположение Робертсона верно, то ядерная ДНК у видов с 23 и 17 хромосомами должна содержаться в равных или приблизительно равных количествах. Однако было показано, что существует значительная разница в содержании ДНК на ядро между видами как внутри 17- и 23-хромосомных групп, так и между группами. У трех 17-хромосомных видов содержание ДНК на ядро оказалось выше, чем у видов с 23 хромосомами. Из этих данных можно сделать вывод о том, что при эволюции кариотипов саранчовых не было таких простых перестроек, как предполагал Робертсон, поскольку имеются значительные колебания в содержании ДНК на ядро между видами.

Следует подчеркнуть, что в настоящее время вообще весьма актуальным является вопрос о границах вариабельности в содержании ДНК на ядро у близких видов и о причинах этой вариабельности. Известны факты,

говорящие о существенном разнообразии в содержании ядерной ДНК в пределах различных таксономических единиц у диплоидных организмов. Внутри класса Amphibia Necturus имеют массу ДНК на ядро в 10 раз большую, чем *Rana pipiens* (Callan, 1966). В порядке Leguminosae *Vicia faba* имеет в 10 раз больше ДНК, чем *Lupinus albus* (Sunderland and McLeish, цит. по: Callan, 1966). Особенно интересны результаты измерения содержания ДНК на ядро у представителей низких систематических категорий, таких как виды одного рода. Например, сперматиды лучистой планарии *Mecostoma chrenbergi* содержат в 11 раз больше ДНК, чем *M. lingua*, хотя оба этих вида имеют в гаплоидном наборе по 4 хромосомы (Callan, 1966). По данным Вольфа и Мартина (Wolfe and Martin, 1968), отношение масс ДНК у *V. faba* и *V. sativa* составляет 5 : 1 при одинаковом числе хромосом. Известны случаи, когда в пределах одного рода имеются как сходные по количеству ДНК, так и резко отличающиеся виды; у этих последних различается и число хромосом в наборе (Schrader and Hughes-Schrader, 1956).

Одинаковое содержание ДНК у далеко не родственных видов может оказаться случайным совпадением; резко различное содержание ДНК у видов, принадлежащих одному семейству, может быть следствием как разного происхождения, так и различной степени специализации (Stebbins, 1966). Небольшие вариации в содержании ядерной ДНК у близких видов, образовавшихся в результате робертсоновских перестроек, могли возникнуть как следствие незначительных делеций и потери генетически инертных окологентромерных районов (John and Hewitt, 1966). Отношения 1 : 2, 1 : 3 и т. д. в содержании ДНК при одинаковом числе хромосом могут свидетельствовать о политепии (Wolfe and Martin, 1968), сравнимые количества ДНК при отношении в числе хромосом 2 : 1 — о полиплоидии. И, наконец, допускается возможность локальных дупликаций участков хромосом как причины вариаций в содержании ДНК у близких видов и подвидов одного вида (Callan, 1966; Keyl, 1966; Whitehouse, 1966; Rees and Jones, 1967).

Таким образом, следует подчеркнуть, что несмотря на большое число работ, посвященных изучению кариотипов саранчовых, ряд вопросов нуждается в дальнейшем исследовании. В частности, необходима дополнительная проверка справедливости гипотезы Робертсона для широкого круга видов в связи с возможностью определения массы ДНК на ядро. Существенны также изучение границ variability содержания ядерной ДНК у близких видов с одинаковым числом хромосом и у видов с разным числом хромосом и поиски путей для объяснения этой variability.

В настоящей работе предпринята попытка измерить количество ДНК у нескольких видов саранчовых, относящихся к различным таксономическим группам и имеющих разные числа хромосом.

### Материал и методика

В работе использовалось 15 видов саранчовых из трех подсемейств сем. Acrididae. Материал был собран близ г. Горно-Алтайска. Семенники саранчовых в полевых условиях фиксировались по Карнуа и после трехкратной промывки в 70%-м этиловом спирте хранились в нем в течение месяца. Для цитологического и цитофотометрического анализа готовились давленные препараты, которые затем окрашивались по Фельгену. Количественное определение ДНК в ядрах проводилось методом цитоспектрометрии.

Спермиогенез у саранчовых проходит через восемь стадий. Продолжительность различных стадий, по-видимому, неодинакова у разных видов. Так, у *Ch. apricarius*, *Briodema tuberculatum* и *Stauroderus scalaris* sc. 4-ю и 7-ю стадии сперматид можно обнаружить лишь на некоторых препаратах. У видов *Stenobothrus lineatus* и *Omocestus viridulus* не найдена 3-я стадия сперматид, поэтому для фотометрического измерения массы ДНК у этих видов использовалась 2-я стадия сперматид. Для определения количества ДНК брались 2-я и 3-я стадии сперматид, в которых по сравнению с лептотемной содержание ДНК было в 4 раза меньше (рис. 1). Как видно на этом рисунке, светопропускание сперматид на более поздних стадиях оказалось меньшим. Одной

из вероятных причин подобного явления считается разная степень кислотной лабильности ДНК на последовательных стадиях клеточной дифференцировки (Brachet et al., 1968). По мнению других авторов (Claypool and Blosl, 1967), меняется резистентность ДНК, так как в ходе спермиогенеза идет синтез новых РНК и гистонов, который может давать различный вклад на разных стадиях спермиогенеза.

Статистическая обработка результатов цитофотометрии проводилась по методу Колмогорова и Смирнова (Плохинский, 1961). Этим методом определялась достоверность различий между видами в распределении масс ДНК в ядрах.

Измерение количества гетерохроматина в пахитене проводилось путем взвешивания нарисованных с помощью рисовального аппарата участков гетерохроматина с 15 пластинок. Для определения размеров хромосом метафазные хромосомы также сначала зарисовывались на бумагу. Затем на рисунках измерялись длина и толщина хромосом, и вычислялся их общий объем. Предварительной колхициновой обработки не проводилось. Так как в исследованиях Робертсона были использованы хромосомы метафазы II мейоза, наиболее интересным было измерение именно этих хромосом. На рис. 2 можно видеть типичные метафазные хромосомы 17- и 23-хромосомных видов.

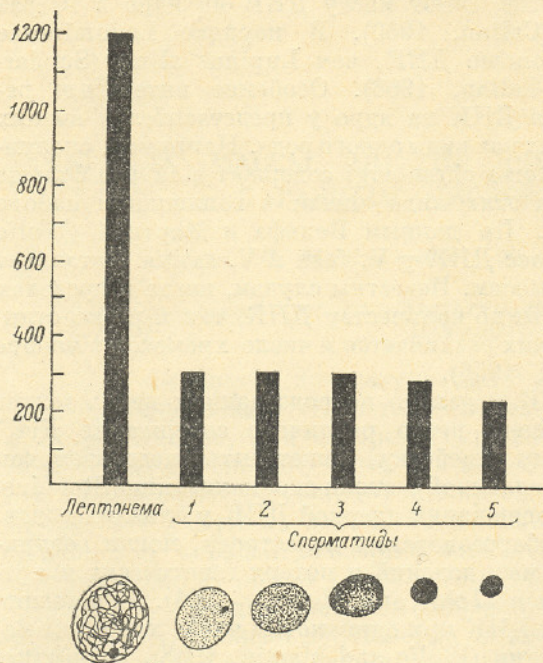


Рис. 1. Изменение Фельген-положительной окраски в ходе спермио- и сперматогенеза у *Chorthippus brunneus*.

По горизонтали — стадии спермио- и сперматогенеза; по вертикали — количество ДНК на ядро (в усл. ед.).

## Результаты

В настоящей работе было проведено измерение массы ДНК в сперматидях 15 видов саранчовых с разным числом хромосом, принадлежащих трем подсемействам сем. Acrididae. Результаты представлены в виде гистограмм на рис. 3, 4 и 5.



Рис. 2. Хромосомные наборы *Chrysochraon dispar d.* (а) и *Psophus stridulus* (б). Метафаза II.

На рис. 3 видно, что в пределах рода *Chorthippus* (подсем. Acridinae) вариации в содержании ядерной ДНК весьма незначительны (от 360 до 410 усл. ед.), хотя виды имеют неодинаковое число хромосом (у четырех видов оно равно 17, у одного, *Ch. hammarstroemi*, — 21). При-

менение критерия  $\lambda$  для определения достоверности различий между полученными распределениями показало, что *Ch. hammarstroemi* и *Ch. apricarius* не отличаются достоверно от *Ch. longicornis* и *Ch. biguttulus* по содержанию ядерной ДНК. Остальные пары отличаются друг от друга с разной степенью вероятности.

У других видов в пределах подсем. *Acridinae* (рис. 4) имеются значительные различия в массе ДНК на ядро (от 400 до 550 усл. ед.) при одинаковом числе хромосом ( $2n=17$ ). Использование критерия  $\lambda$  при сравнении распределений масс ДНК у видов подсем. *Acridinae* показало, что виды

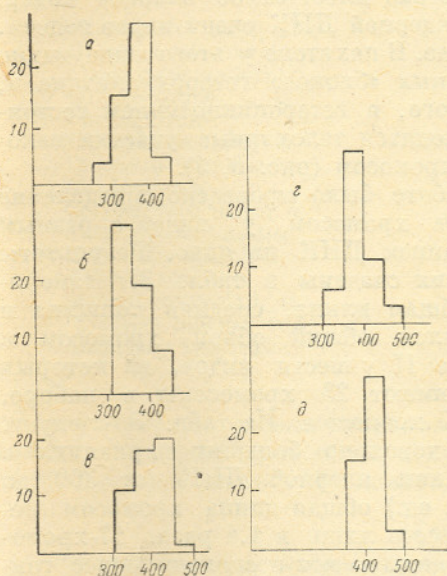


Рис. 3. Масса ДНК на ядро у видов рода *Chorthippus* подсем. *Acridinae*.

По оси абсцисс — количество ДНК на ядро (в усл. ед.); по оси ординат — число измеренных ядер. а — *Ch. hammarstroemi* h., б — *Ch. biguttulus*, в — *Ch. apricarius*, г — *Ch. longicornis*, д — *Ch. brunneus*. В каждом случае использовано 50 ядер.

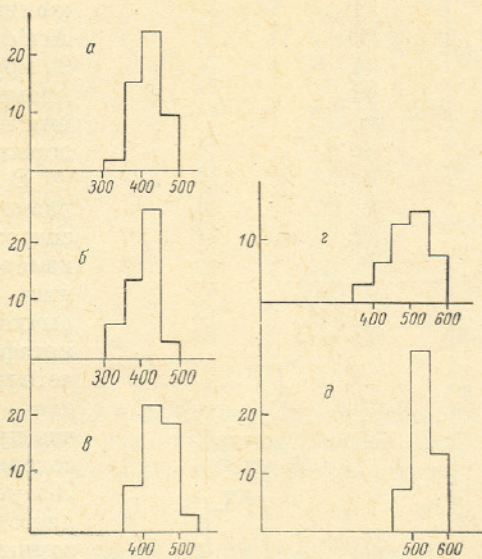


Рис. 4. Масса ДНК на ядро у видов подсем. *Acridinae*.

На осях — то же, что и на рис. 3; а — *Stenobothrus lineatus*,  $N=51$ ; б — *Omocestus viridulus*,  $N=49$ ; в — *Chr. dispar* d.,  $N=50$ ; г — *Euthystira brachiptera*,  $N=48$ ; д — *Stauroderus scalaris* sc.,  $N=52$ .

*Om. viridulus* и *St. lineatus* достоверно не отличаются друг от друга; в остальных случаях имеется достоверное отличие с разной степенью вероятности.

Еще большее разнообразие в содержании ДНК на ядро (от 300 до 760 усл. ед.) обнаружено среди 23-хромосомных видов подсем. *Catantopinae* и *Oedipodinae* (рис. 5). Использование критерия  $\lambda$  показало достоверную разницу между распределениями масс ДНК у этих видов.

Результаты измерения массы ДНК на ядро у видов трех подсемейств сем. *Acrididae* сведены в табл. 1, данные которой показывают, что содержание ядерной ДНК меняется от 300 до 760 усл. ед., т. е. в 2.5 раза. В группу видов с массой ДНК от 300 до 550 усл. ед. входят представители всех трех подсемейств независимо от числа хромосом в наборе. Виды *V. tuberculatum* и *Angaracris barabensis* из подсем. *Oedipodinae* имеют крайние значения массы ДНК на ядро: 680 и 760 усл. ед. соответственно.

Для оценки возможного значения гетерохроматизации отдельных участков хромосом в изменчивости общей массы ДНК было определено количество гетерохроматина на ядро в пахитене. Из данных табл. 2 и рис. 6 (см. вкл. III) следует, что количество гетерохроматина оказалось различным у разных видов. Группа видов с содержанием ДНК от 300 до 400 усл. ед. имеет сравнимое количество гетерохроматина в пахитене, причем гетерохроматин представлен в основном половой хромосомой (рис. 6, а, б).

Вид *Chrysochraon dispar* d. по количеству гетерохроматина почти не отличается от видов группы *Chorthippus*, но у него в гетеропикнотическом состоянии находятся две мелкие хромосомы, помимо половой (рис. 6, в, з). Виды *Psophus stridulus* (рис. 6, д), *B. tuberculatum* (рис. 6, е) и *A. barabensis* (рис. 6, ж) имеют довольно высокое содержание гетерохроматина в пахитене. У этих трех видов в гетеропикнотическом состоянии находятся половая хромосома и теломерные участки нескольких аутосом.

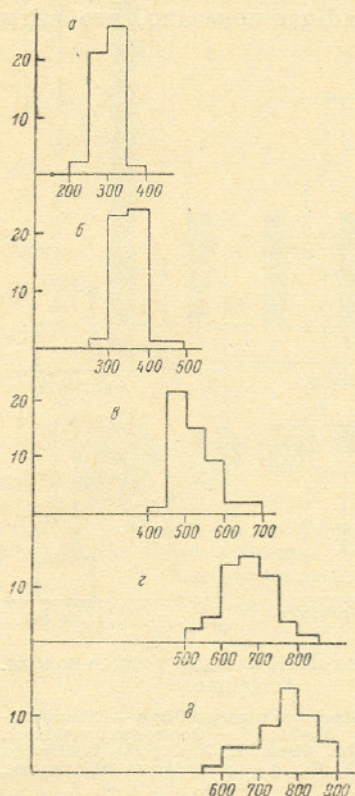


Рис. 5. Масса ДНК на ядро у видов подсем. *Catantopinae* и *Oedipodinae*.

На осях — то же, что и на рис. 3; а — *Eirenephilus longipennis* (Cat.),  $N=50$ ; б — *Oedaleus asiaticus* (Oed.),  $N=50$ ; в — *Psophus stridulus* (Oed.),  $N=50$ ; г — *Briodema tuberculatum* (Oed.),  $N=50$ ; д — *Angaracris barabensis* (Oed.),  $N=47$ .

Наибольшее количество гетерохроматина обнаружено у вида *S. scalaris* sc. Этот же вид имеет самое высокое содержание ядерной ДНК среди видов подсем. *Acridinae*. В пахитене у этого вида видно 9 крупных «блоков» гетерохроматина и, кроме того, в гетеропикнотическом состоянии находятся теломерные участки некоторых хромосом (рис. 6, з).

В работе было проведено определение размеров хромосом у видов с разным содержанием ДНК на ядро. Результаты измерения сведены в табл. 3. Измерялись общая длина, средняя толщина и вычислялся общий объем хромосом в метафазе II у шести видов, из которых четыре имеют 23 хромосомы в наборе, два — 17 хромосом. Из табл. 3 следует, что при довольно больших вариациях в содержании ядерной ДНК (от 300 до 760 усл. ед.) общая длина хромосом меняется всего лишь в 1.4 раза. 17-хромосомные виды имеют несколько более тонкие хромосомы. Прямой корреляции между массой ядерной ДНК и размерами хромосом не обнаружено. Виды *St. lineatus* и *Om. viridulus* со сравнимой массой ДНК в ядре (430 и 400 усл. ед.) отличаются по общему объему хромосом в 2 раза. В то же время *A. barabensis* имеет количество ДНК на ядро в 2.5 раза больше, чем *Eirenephilus longipennis*, а общий объем хромосом — в 2 раза меньший.

### Обсуждение

Результаты измерения массы ДНК на ядро у разных видов саранчовых, полученные в настоящей работе, совпадают с данными Джона и Хэвитта (John and Hewitt, 1966) и подтверждают их вывод о том, что взаимоотношения между 17- и 23-хромосомными видами оказываются более сложными, чем предполагал Робертсон.

Измеряя длины плеч хромосом в метафазе II мейоза у видов с 23 и 17 хромосомами, Робертсон пришел к выводу, что, так как сохраняется общая длина хромосом, сохраняется и количество генетического материала; следовательно, 23-хромосомные виды саранчовых явились предшественниками видов с 17 хромосомами.

Измерение длин хромосом в метафазе II мейоза, проведенное в настоящей работе, показало отсутствие корреляции между длиной хромосом и массой ядерной ДНК. Отношения между общей длиной хромосом и содержанием ядерной ДНК у разных видов оказались различными. У неко-

торых видов с высоким содержанием ядерной ДНК (*A. barabensis*) хромосомы оказались по размерам меньше, чем у видов с небольшой массой ДНК на ядро (*E. longipennis*). Такое несоответствие может оказаться резуль-

Таблица 1

Содержание ДНК на ядро у саранчовых из трех подсемейств сем. Acrididae

Вид	Подсемейство	2n	Количество ДНК (в усл. ед.)
<i>Eirenephilus longipennis</i>	(Cat.)	23	304 ± 4
<i>Oedaleus asiaticus</i>	(Oed.)	23	353 ± 4
<i>Chorthippus apricarius</i>	(Ac.)	17	363 ± 6
<i>Ch. longicornis</i>	(Ac.)	17	386 ± 6
<i>Ch. biguttulus</i>	(Ac.)	17	390 ± 5
<i>Ch. hammarstroemi h.</i>	(Ac.)	21	392 ± 5
<i>Omocestus viridulus</i>	(Ac.)	17	402 ± 6
<i>Ch. brunneus</i>	(Ac.)	17	408 ± 9
<i>Chrycochraon dispar d.</i>	(Ac.)	17	408 ± 6
<i>Stenobothrus lineatus</i>	(Ac.)	17	435 ± 6
<i>Euthystira brachiptera</i>	(Ac.)	17	456 ± 8
<i>Psophus stridulus</i>	(Oed.)	23	524 ± 5
<i>Stauroderus scalaris sc.</i>	(Ac.)	17	549 ± 4
<i>Briodema tuberculatum</i>	(Oed.)	23	682 ± 12
<i>Angaracris barabensis</i>	(Oed.)	23	763 ± 14

татом различной степени спирализации у разных видов. При одинаковой толщине и длине хромосомы могут иметь различное содержание ДНК за счет разной плотности «упаковки» генетического материала. Плотность

Таблица 2

Относительное содержание гетерохроматина и ядерной ДНК у разных видов саранчовых

Вид	Количество гетерохроматина (в усл. ед.)	2n	Количество ДНК (в усл. ед.)
<i>E. longipennis</i>	202	23	304 ± 4
<i>O. asiaticus</i>	160	23	353 ± 4
<i>P. stridulus</i>	304	23	524 ± 5
<i>B. tuberculatum</i>	602	23	682 ± 12
<i>A. barabensis</i>	441	23	763 ± 14
<i>Ch. apricarius</i>	146	17	363 ± 6
<i>Ch. longicornis</i>	124	17	386 ± 6
<i>Chr. dispar d.</i>	212	17	408 ± 6
<i>S. scalaris sc.</i>	627	17	549 ± 4

Таблица 3

Варьирование общей длины и общего объема хромосом у видов в сем. Acrididae

Вид	2n	Количество ДНК (в усл. ед.)	Общая длина хромосом	Общий объем хромосом
<i>A. barabensis</i>	23	763 ± 14	1	1
<i>St. lineatus</i>	17	435 ± 6	1.07	0.56
<i>Om. viridulus</i>	17	402 ± 6	1.4	1.11
<i>B. tuberculatum</i>	23	682 ± 12	1.15	1.34
<i>E. longipennis</i>	23	304 ± 4	1.27	2.01
<i>P. stridulus</i>	23	524 ± 5	1.28	1.63

Примечание. За единицу приняты общая длина и общий объем хромосом у *A. barabensis*.

«упаковки» может зависеть от многих причин, в частности от влияния, производимого внутриклеточной средой, и от состава белков, входящих в нуклеопротеиновый комплекс. Возможно, что и колхицин, который часто применяется в исследованиях по измерению длин хромосом, каким-то образом регулирует степень спирализации.

На примере видов саранчовых, исследованных в настоящей работе, видно, что среди представителей подсем. *Oedipodinae* крайне специализированные виды *V. tuberculatum* и *A. barabensis* имеют одинаковое число хромосом с малоспециализированным видом *Oedaleus asiaticus* ( $2n=23$ ). В подсем. *Acridinae* одинаковое число хромосом ( $2n=17$ ) имеют и высокоспециализированный вид *S. scalaris* sc., и малоспециализированный вид *Ch. bi-guttulus*.

Можно предположить, что на одном из начальных этапов эволюции имело место изменение числа и формы хромосом, подобное робертсоновским перестройкам. В дальнейшем эволюция шла независимо как в 17-хромосомной, так и в 21-хромосомной группе. В то же время существование у *Ch. hammarstroemi* в наборе 21 хромосомы вместо 17, как у всех других видов рода *Chorthippus*, может свидетельствовать о том, что перестройки типа робертсоновских у саранчовых могли происходить несколько раз.

Фотометрическое исследование разных видов саранчовых показало значительную вариабельность в содержании ядерной ДНК. Вероятным объяснением вариаций масс ДНК на ядро у саранчовых кажется объяснение, предложенное Стеббинсом (Stebbins, 1966). Оно основывается на том, что существует корреляция между содержанием ДНК и экологической адаптацией. Как отмечает Стеббинс (Stebbins, 1966), Абдулов первый указал, что трибы и роды, которые сосредоточены в тропических районах и которые в умеренном климате растут только в теплое время года, имеют всегда мелкие или средних размеров хромосомы и ядра, тогда как большинство трав, которые произрастают в основном в холодных и умеренных областях, имеют крупные хромосомы и ядра. Подобное объяснение хорошо подходит для четырех изученных видов подсем. *Oedipodinae*. Один из них, *O. asiaticus*, типичный представитель средиземноморской фауны, имеет невысокое содержание ДНК в ядре. *P. stridulus*, также представитель средиземноморской фауны, но распространенный вплоть до Прибалтики, занимает среднее положение по массе ДНК на ядро. И, наконец, *V. tuberculatum* и *A. barabensis* — жители суровых монгольских степей и полупустынь — имеют самое высокое содержание ДНК в ядре. Возможно, такое увеличение массы ДНК на ядро связано с многократной линейной дупликацией отдельных локусов хромосом (Callan, 1966; Keyl, 1966; Whitehouse, 1966), что обеспечивает в суровых условиях протекание жизненно важных процессов в более короткое время. По мнению Стеббинса, увеличение содержания ядерной ДНК может быть связано с гетерохроматизацией отдельных локусов хромосом.

Измерение количества гетерохроматина в пахитене, проведенное в настоящей работе, показывает, что существует некоторая корреляция между содержанием гетерохроматина и массой ядерной ДНК (табл. 2), т. е. гетерохроматизация отдельных генетических локусов может давать некоторый вклад в увеличение содержания ДНК на ядро. Что же касается природы гетерохроматина (вернее, причин гетерохроматизации и значения возникновения гетерохроматиновых участков на хромосомах), то этот вопрос занимает в настоящее время многих исследователей. Но пока нет достаточно верных путей для его решения. В этом отношении может представлять интерес вид *S. scalaris* sc. Этот вид, отличающийся крайне развитым половым диморфизмом, имеет высокое содержание ДНК в ядре и большое количество гетерохроматина, собранного в крупные гетерохроматиновые «блоки». У этого вида существуют формы с 19 хромосомами, две из которых добавочные. Исследование представителей вида с 17 и 19 хромосомами поможет дать

ответ на вопрос, не является ли гетерохроматизация предшественником образования дополнительных хромосом, которые в таком случае содержат генетический материал, подлежащий выбросу из ядра.

### Выводы

1. В работе исследовано содержание ДНК на ядро у 15 видов саранчовых трех подсемейств сем. Acrididae.
2. Установлено, что виды с 23 и 17 хромосомами отличаются по содержанию ДНК на ядро. Это свидетельствует о более сложных путях эволюции кариотипов саранчовых, чем предполагал Робертсон.
3. Вариации в содержании ДНК на ядро наблюдаются и у видов с одинаковым числом хромосом.
4. Некоторые виды с большим количеством ядерной ДНК обладают высоким содержанием гетерохроматина в пахитене.
5. Не обнаружено прямой корреляции между массой ядерной ДНК и размерами хромосом в метафазе II.

### Л и т е р а т у р а

- Плохинский Н. А. 1961. Биометрия. Новосибирск. — Brachet J., Hulin N. and Guermant J. 1968. Acid lability of deoxyribonucleic acids and cell differentiation. *Exper. cell res.*, 51: 509—518. — Callan H. G. 1966. The organization of genetic units in chromosomes. *J. cell sci.*, 2: 1—7. — Claypool C. J. and Blosch D. P. 1967. Synthesis of RNA and histone change during spermatogenesis in the Grasshopper *Cortophaga viridifasciata*. *Nature*, 215: 966—967. — John B. and Hewitt G. M. 1966. Karyotype stability and DNA variability in the Acrididae. *Chromosoma*, 20: 155—172. — John B. and Hewitt G. M. 1968. Patterns and pathways of chromosome evolution within the Orthoptera. *Chromosoma*, 25: 40—47. — Keyl H.-G. 1966. Lokale-DNS-Replikationen in Riesen-chromosomen. In: *Probleme der biologischen Reduplikation*, Berlin—Heidelberg—N. Y.: 55—69. — Rees H. and Jones R. N. 1967. Structural basis of quantitative variation in nuclear DNA. *Nature*, 216: 825—826. — Robertson W. R. B. 1946. Chromosome studies. *J. morphol.*, 27: 179—332. — Schrader F. and Hughes-Schrader S. 1956. Polyploidy and fragmentation in the chromosomal evolution of various species of Thyanta (Hemiptera). *Chromosoma*, 7: 469—496. — Stebins G. L. 1966. Chromosomal variation and evolution. *Science*, 152: 1463—1469. — Whitehouse H. L. K. 1966. A cycloid model for the chromosome. *J. cell sci.*, 2: 8—15. — Wolfe S. L. and Martin P. G. 1968. The ultrastructure and strandness of chromosomes from two species of *Vicia*. *Exper. cell res.*, 50: 140—150.

Поступило 22 VII 1969

### MEASUREMENT OF DNA MASS PER NUCLEUS IN THE GRASSHOPPER SPECIES WITH DIFFERENT NUMBERS OF CHROMOSOMES

I. I. Kiknadze and L. V. Vysotskaya

Laboratory of General Cytology, Institute of Cytology and Genetics of the Siberian Branch of the Academy of Sciences of the USSR, Novosibirsk

### S U M M A R Y

DNA content per nucleus was studied in 15 grasshopper species of the family Acrididae represented by 3 subfamilies. A considerable variability was found among the species. It was established that species with 23 and 17 chromosomes differ by their DNA content per nucleus. This suggests that the karyotypes of the grasshopper have undergone evolutionary modification more complex than a simple rearrangement of the Robertsonian type.

Variation in DNA content per nucleus were also observed in species with the same number of chromosomes. Some species with high content of DNA in the nucleus have a high content of heterochromatin in the pachytene as well. No direct relation between the mass of nuclear DNA and chromosome size in metaphase 2 was found.