

ПРИРОДА

№ 8, 2002 г.

В.Г. Кузнецова

Кариосистематика

© “Природа”

Использование и распространение этого материала
в коммерческих целях
возможно лишь с разрешения редакции



Сетевая образовательная библиотека “VIVOS VOCO!”
(грант РФФИ 00-07-90172)

vivovoco.nns.ru
vivovoco.rsl.ru
www.ibmh.msk.su/vivovoco

Кариосистематика

В.Г.Кузнецова,

доктор биологических наук

Отделение кариосистематики, лаборатория систематики насекомых

В начале 60-х годов генетика в СССР начала выходить из подполья, и в разных учреждениях Ленинграда как грибы после дождя стали возникать генетические лаборатории и группы. Кадры для них поставляла кафедра генетики и селекции Ленинградского государственного университета, которой заведовал М.Е.Лобашев. В 1965 г. в Зоологическом институте появилась лаборатория кариосистематики, которую организовала и более 20 лет возглавляла Л.А.Чубарева. Вместе с ней пришли выпускники кафедры генетики. Нас было восемь человек, мы были молоды и самоуверенны. Нам казалось тогда, что генетика всемогуща и самые сложные проблемы зоологической систематики будут с ее (и с нашей) помощью в два счета решены. Надо было пройти годам, чтобы все встало на свое место и обрело свою истинную цену. В цокольном этаже здания под новую лабораторию освободили помещение, окнами выходящее на Университетскую набережную и Дворцовый мост. Были закуплены микроскопы и бинокляры, под них построены специальные столы на кронштейнах, вскоре появилась фотокомната — и работа началась.

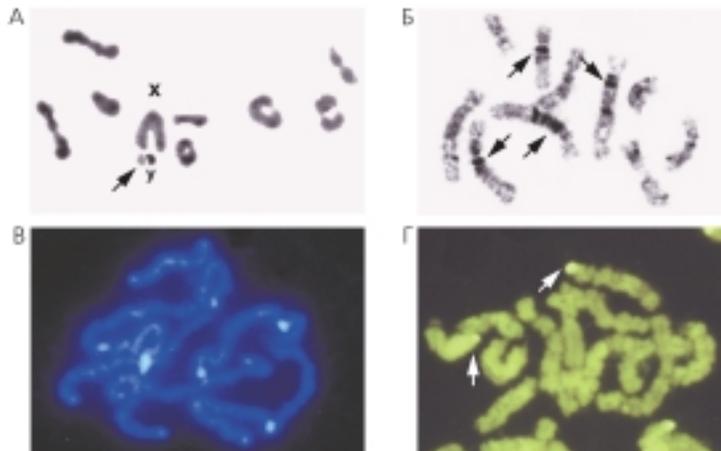
Объект кариологических исследований — кариотип (набор хромосом, свойственный конкретному организму). В стенах зоологического учреждения особенности кариотипа разных групп животных используются для выяснения их происхождения, родственных связей и систематики. Одна из трудностей работы кариосистематика — необходимость анализировать и сопоставлять эволюцию кариотипа и эволюцию изучаемой группы организмов. Давно известно, что эволюция кариотипа и морфологическая эволюция часто не совпадают, идут разными темпами. На видовом уровне это обстоятельство позволяет идентифицировать виды-двойники, сходные морфологически, но различающиеся по особенностям кариотипа. При изучении высших таксонов возможности использования кариотипа не столь велики, хотя во многих группах животных можно найти примеры, когда построения классической систематики подтверждались и даже корректировались цитогенетическими методами. Наиболее плодотворными в таких случаях оказываются совместные исследования кариолога и систематика. Выигрывают оба: систематик проверяет свои гипотезы, а кариолог — свои, получая при этом ключ к пониманию направлений и механизмов изменчивости хромосомных систем не только в данной конкретной филогенетической линии, но нередко и хромосом как таковых.

Главными объектами кариологических исследований молодой лаборатории стали насекомые, моногенетические сосальщики и рептилии. Работавший в ЗИН крупный систематик мошек И.А.Рубцов имел давние контакты с кафедрой генетики и уже успел по достоинству оценить эффективность использования цитогенетических методов для изучения систематики этой группы. Мошки, как и некоторые другие двукрылые насекомые, обладают гигантскими политенными хромосомами. Эти лентовидные дискоидально исчерченные структуры в ядрах клеток слюнных желез, чья хромосомная природа была доказана в начале 30-х годов,

предоставляют абсолютно уникальный материал для генетических, цитологических и цитотаксономических исследований.

Четверо из восьми аспирантов новой лаборатории получили для своих будущих кариосистематических изысканий разные группы мошек. Другими объектами могли бы стать любые животные, позвоночные или беспозвоночные, однако интерес к кариологии помимо Рубцова проявили поначалу только трое сотрудников. Один из них — систематик тлей Г.Х.Шапошников, другой — директор Института Б.Е.Быховский, изучавший моногенетическую, а третий — известный специалист по ящерицам И.С.Даревский. Среди объектов кариосистематических исследований в Зоологическом институте были также лососевые рыбы, но эти работы проводились в лаборатории ихтиологии.

Шли годы, первые аспиранты-кариосистематики стали кандидатами, а потом и докторами наук. Лаборатория продолжала трудиться, усовершенствовались методы исследования, появлялись и защищали диссертации новые аспиранты, крепились связи с систематиками, рос и расширялся круг изучаемых объектов. Начались исследования по кариосистематике других групп насекомых: стрекоз, уховерток, сеноедов, псиллид, кокцид, цикадовых, клопов, чешуекрылых, жуков, перепончатокрылых, хирономид, хищных галлиц и загадочных зораптер. Положение последних в системе и их родственные связи с другими насекомыми абсолютно не ясны. Зораптеры оставались единственным отрядом крылатых насекомых с неизученным кариотипом. Можно надеяться, что разносторонний анализ, включая ка-



Микрофотографии кариотипов, иллюстрирующие результаты применения разных методов анализа хромосом: А — жука-златки (окраска нитратом серебра), стрелкой отмечен аргентофильный материал, видимо, ядрышкообразующий район; Б — пилельщика (окраска по методу С-бэндинга), стрелками отмечены блоки конститутивного (повторяющихся последовательностей ДНК) гетерохроматина; В — кокциды (окраска флуорохромом DAPI), сигналы в теломерных участках хромосом соответствуют кластерам АТ-богатой ДНК; Г — цикадки (окраска флуорохромом СМА₃), стрелками отмечены сигналы, соответствующие кластерам ГЦ-богатой ДНК.

риологический, прольет свет на происхождение этой группы насекомых, имеющей в основном тропическое распространение.

Время от времени изучались кариотипы и других беспозвоночных животных (гидр, моллюсков, турбеллярий), из которых только гидры сумели основательно укорениться в тематике института. Основные же интересы наших кариосистематиков сосредоточились вокруг насекомых. Исследуются преимущественно группы, имеющие либо политенные, либо так называемые голокинетические хромосомы, замечательные тем, что в них отсутствуют локализованные центры. Голокинетическими хромосомами обладает большинство перечисленных насекомых, включая зораптер. В эволюционных преобразованиях кариотипов этих групп нередко проявляются своеобразные тенденции и оказываются задействованными специфические механизмы. К примеру, характерная особенность голокинетических хромосом — склонность к разделению (фрагментациям): их фрагменты не элиминируются, а про-

должают вести себя в клеточных циклах, подобно интактным хромосомам. В настоящее время нашими исследованиями охвачены все группы насекомых, имеющих голокинетические хромосомы. Кариологический анализ уже дал ценную информацию для изучения их систематики и родственных отношений.

Во время очередных административных перестроек лаборатория кариосистематики перестала существовать как самостоятельное подразделение. Из-за явного преобладания энтомологических объектов она вошла в состав лаборатории систематики насекомых в ранге отделения кариосистематики.

Кариологическая наука — быстро развивающаяся область биологии, она пережила (а вместе с ней и кариосистематика) несколько поворотных моментов, связанных с разработкой новых методов анализа хромосом. Настоящая методическая революция случилась в начале 70-х годов, когда были разработаны методы дифференциальной окраски хромосом. В хро-

мосомах стали находить субструктуры, которые на микроскопическом уровне выявляются как плотные интенсивно окрашивающиеся поперечные полосы или сегменты (bands). Рисунок исчерченности видоспецифичен и не одинаков у каждой пары хромосом, что позволяет их точно идентифицировать. При изучении беспозвоночных животных наиболее широкое распространение получили С-бэндинг и AgNOR-бэндинг. Первый метод выявляет в хромосомах структурный гетерохроматин, включающий высокоповторяющиеся последовательности ДНК. Методом AgNOR-бэндинга выявляются ядрышкообразующие районы хромосом (ЯОР, или NOR), т.е. кластеры функционально активных рРНК генов.

Почти одновременно с методами дифференциального окрашивания стали бурно развиваться методы молекулярной цитогенетики. С их помощью появилась возможность локализовать участки ДНК, обогащенные АТ- и ГЦ-парами непосредственно в хромосомах на цитологическом препарате. В кариологических исследованиях беспозвоночных животных чаще всего используется метод гибридизации нуклеиновых кислот *in situ* (FISH) и окрашивание хромосом ДНК-специфичными флуорохромами СМА₃ (антибиотик хромомоцилин А₃) и DAPI (4,6-diamidino-2-phenylindole). По яркости СМА₃-флуоресценции выявляется ДНК, богатая ГЦ-основаниями, в то время как DAPI-сигналы указывают на ДНК, насыщенную АТ-основаниями. У многих насекомых кластеры ГЦ-богатой ДНК локализируются в области ЯОР, что для множества групп насекомых впервые было доказано нами.

Кариосистематики ЗИНа незамедлительно реагировали на все многообещающие методические новшества. Очень скоро данные о количестве и распределении С-блоков и ЯОР стали использоваться в качестве обязательных кариотипических характеристик наряду с числом и морфологией хромосом и хромосомным механизмом определения пола. К сожалению, широко использовать и развивать новейшие методы молекулярной ци-

тогенетики нам мешают причины, общие для нынешней российской науки, — недостаток средств на приобретение исследовательской техники и реактивов.

В активе кариосистематиков ЗИНа — многие сотни кариотипированных видов, сотни опубликованных работ, рассматривающих проблемы цитогенетики, микро- и макроэволюции, систематики и филогении видов и надвидовых таксонов животных.

Публикации

И. М. Кержнер,

доктор биологических наук

А. Л. Лобанов,

кандидат биологических наук

Лаборатория систематики насекомых

В 1896 г. в жизни Зоологического музея Императорской академии наук произошли три важных события. Во-первых, начался переезд в специально перестроенное здание бывшего Таможенного пакгауза на стрелке Васильевского острова, которое музей и организованный впоследствии институт занимают и поныне (до этого музей располагался в здании поблизости, на Менделеевской линии). Во-вторых, была открыта штатная должность библиотекаря и тем самым положено начало библиотеке как самостоятельному подразделению (прежде книги выдавал сотрудникам директор музея). И наконец, Зоологический музей одним из первых учреждений Академии наук (если не самым первым) начал издавать самостоятельно свои труды — «Ежегодник Зоологического музея Императорской академии наук».

© И. М. Кержнер, А. Л. Лобанов

До этого сотрудники публиковались в общих изданиях Академии (преимущественно в «Бюллетене»), в изданиях научных обществ (Московского общества испытателей природы, Русского энтомологического общества и др.) и в зарубежных журналах.

«Ежегодник» включал статьи (причем не только российских, но и зарубежных авторов), преимущественно связанные с изучением фауны России и обработкой коллекций музея. В особом разделе печатались отчеты с перечнем пополнений научной коллекции, а также маршруты экспедиционных поездок сотрудников и некоторых сторонних специалистов, передававших в музей свои материалы. В 1906—1911 гг. в качестве приложения был опубликован многотомный «Каталог сосущих насекомых Палеарктики» В. Ф. Ошанина. В 1917 г. издание «Ежегодника» было прервано

и возобновлено спустя пять лет; всего до 1931 г. вышло 32 тома.

В 1932 г. «Ежегодник» сменили «Труды Зоологического института АН СССР». Тома стали тематическими: каждый из них включал статьи по определенной проблеме, а иногда и монографию умеренного объема. В 60—80-е годы по партийно-чиновничьей глупости в стране перестали выходить сотни традиционных изданий научных и учебных учреждений («Трудов», «Ученых записок» и т. п.); вместо них было велено публиковать сборники. «Трудам Зоологического института» удалось сохранить свое название. В то время издавалось по нескольку книг в год, порой — более двадцати, но в послеперестроечный период их число заметно сократилось. Всего к настоящему времени опубликовано 286 томов.

В 1911 г. по инициативе акаде-