

## ЧИСЛА ХРОМОСОМ

УДК 576.312.37: 582.42

© С. Г. Князева, Е. Н. Муратова

**БАЗА ДАННЫХ  
«ХРОМОСОМНЫЕ ЧИСЛА ГОЛОСЕМЕННЫХ РАСТЕНИЙ»**S. G. KNYAZEVA, E. N. MURATOVA. THE DATABASE  
«THE CHROMOSOME NUMBERS OF GYMNASPERMS»Институт леса им. В. Н. Сукачева СО РАН  
660036 Красноярск, Академгородок  
Факс (391-2) 43-36-86  
E-mail: Institute@forest.academ.ru  
Поступила 25.11.2003

Описаны результаты создания базы данных «Хромосомные числа голосеменных растений» по кариологии современных голосеменных растений. Приведены гистограммы распределения чисел хромосом в отделе и классах голосеменных. Показаны возможности, которые открывают компьютерные технологии в области хранения, обработки и извлечения кариологической информации.

Ключевые слова: хромосомные числа, голосеменные, кариология, база данных.

Кариологическая информация часто используется во многих систематических и флористических исследованиях, а также при выяснении филогенетических связей между отдельными видами, родами и классами. Очень важен прикладной аспект кариологических исследований, без которых невозможно успешное проведение селекционных работ, интродукция, рациональное использование растений и сохранение генетических ресурсов видов.

Исследование чисел хромосом у растений началось еще в XIX в. Накопленный с тех пор обширный фактический материал обобщался в многочисленных сводках, в том числе и сотрудниками Института леса им. В. Н. Сукачева СО РАН (Муратова, Круклис, 1988; Муратова, 1997а, б, 1998). Однако растущий интерес к кариологическим исследованиям растений приводит к появлению все новых данных о числах хромосом голосеменных растений. Анализ огромной кариологической информации весьма затруднителен. И здесь на помощь могут прийти компьютерные технологии, открывающие новые возможности как в хранении и доступе к любым объемам информации, так и в их обработке.

Увеличение популярности таких разработок в биологических исследованиях за последние десятилетия подтверждает их высокую эффективность (Пименов и др., 1993; Овчинникова и др., 2000; Парфенова, Чебакова, 2000; Поспелов, 2000, и др.). Первые компьютерные базы данных, регистрирующие хромосомные числа растений, появились в 1970-х годах XX в. (Löve, Löve, 1974, 1975). Функционирует база данных по кариологии зонтичных мировой флоры в Ботаническом саду МГУ (Пименов и др., 1993). В настоящей статье описываются результаты создания базы данных по хромосомным числам голосеменных растений. Кроме возможности удобного хранения информации компьютерные технологии позволяют легко и быстро найти нужные сведения среди огромного количества однородной кариологической информации.

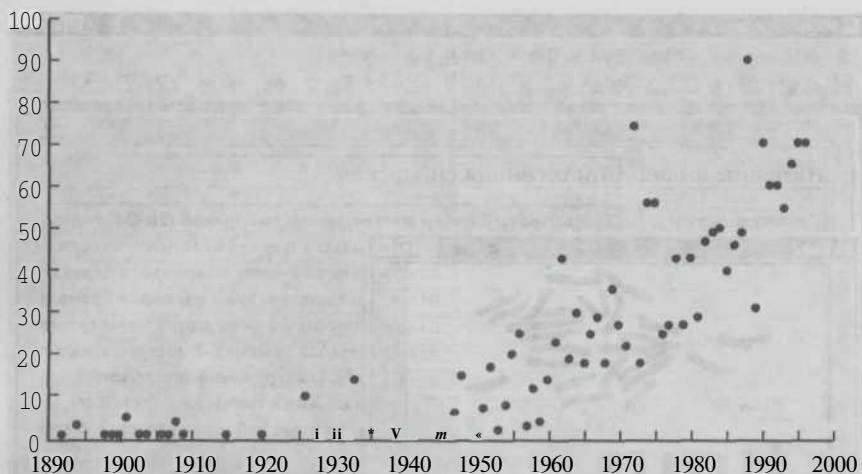


Рис. 1. Динамика выхода публикаций по карпологии рода *Sosna*.

По оси абсцисс — годы, по оси ординат — число публикаций.

База данных создается с помощью СУБД Access 2000 на базе компьютера Pentium. В основу схемы базы данных положена систематическая иерархия: класс — порядок — семейство — триба (подсемейство) — род — вид. Для каждой таксономической единицы дана небольшая морфологическая кариологическая характеристика. Для видов приведены все установленные числа хромосом (2n) в порядке возрастания и их библиография. Приведены синонимы вида, встречающиеся в кариологических работах. Если в статье имеются данные о происхождении материала, на котором производилось определение числа хромосом, и сведения о морфологии хромосом, они также представлены в базе данных. Литературные ссылки разбиты на 4 поля: авторы, название работы, место публикации и год публикации, что позволяет выводить данные как в алфавитном порядке по фамилиям авторов, так и по годам публикации, а также проследить историю кариологического изучения того или иного таксона. Так, рис. 1 иллюстрирует на примере рода *Sosna*, как с течением времени изменяется число публикаций, содержащих кариологическую информацию о видах рода. Можно заметить, что с каждым годом количество публикаций увеличивается, причем практически в экспоненциальной форме.

В настоящее время в мировой флоре встречается около 800 видов голосеменных растений, которые играют очень важную роль в фитоценозах как северного, так и южного полушария. Они часто являются основными лесообразующими видами, а также имеют большое народно-хозяйственное значение и активно используются человеком в различных отраслях своей деятельности. Не случайно их изучению посвящено огромное число работ и интерес к ним все растет. Тем не менее только у половины видов определено число хромосом и изучена их морфология.

База данных в настоящее время содержит информацию о более чем 600 видах и внутривидовых таксонах голосеменных растений, более 1000 описанных хромосомных чисел, а библиографический список содержит около 1300 ссылок. Структурированная информация хранится в электронных таблицах СУБД Access, которые связаны друг с другом ключевыми полями (база данных является реляционной). На основе таблиц создается пользовательское приложение, состоящее из форм, запросов и отчетов для пользователя, которое позволит работать с базой данных пользователю любого уровня подготовки. База данных включает в себя два режима работы с данными. Первый блок — просмотр данных, второй — поиск нужной

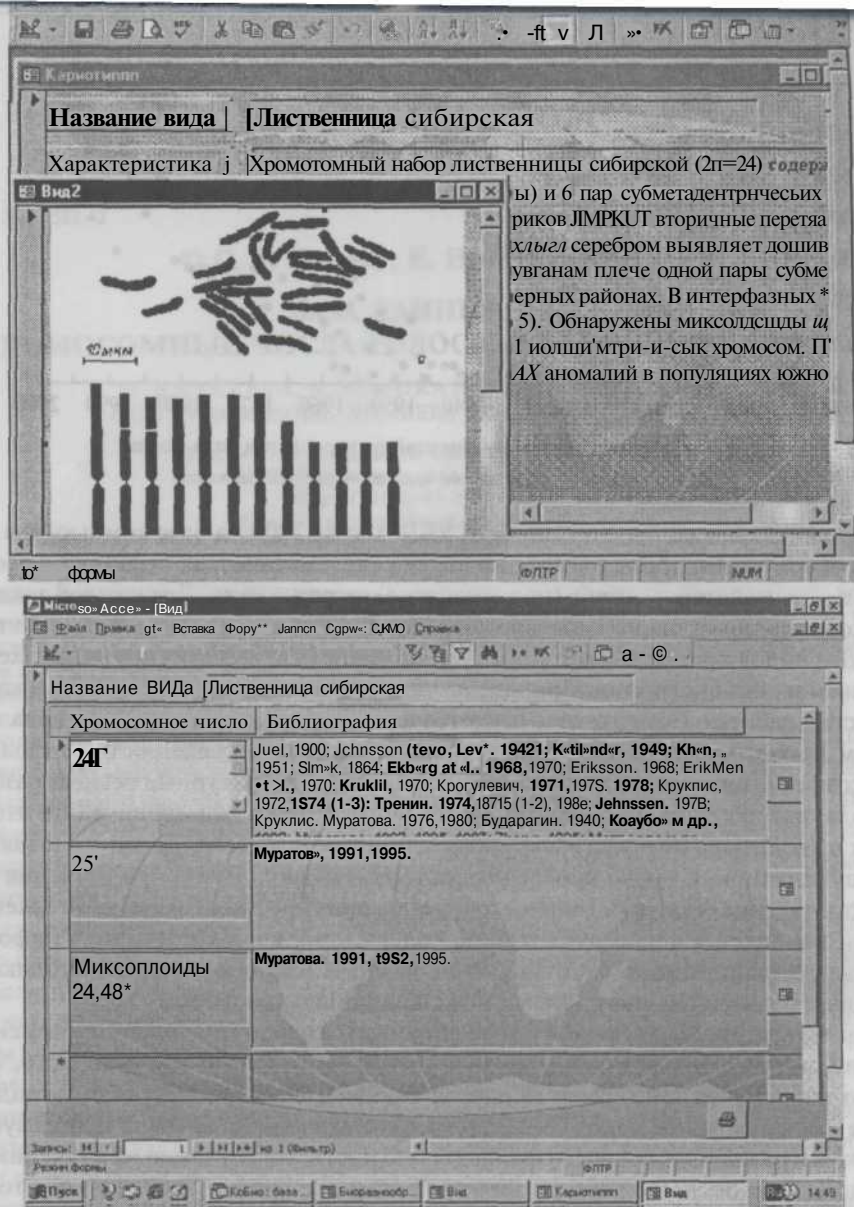


Рис. 2. Результаты запроса о кариологической характеристике лиственницы сибирской.

информации в базе. В первом случае пользователь просматривает всю базу данных начиная с порядков и по систематической иерархии может дойти вплоть до первичной информации. Во втором случае можно сразу получить интересующую информацию, набрав в диалоговом окне название вида, порядка или любого другого таксона. В этом случае выдается информация только о выбранном таксоне. Так, на рис. 2 приведены результаты запроса о виде лиственница сибирская. Открывающаяся форма содержит краткую информацию о кариотипе вида. Дополнительные



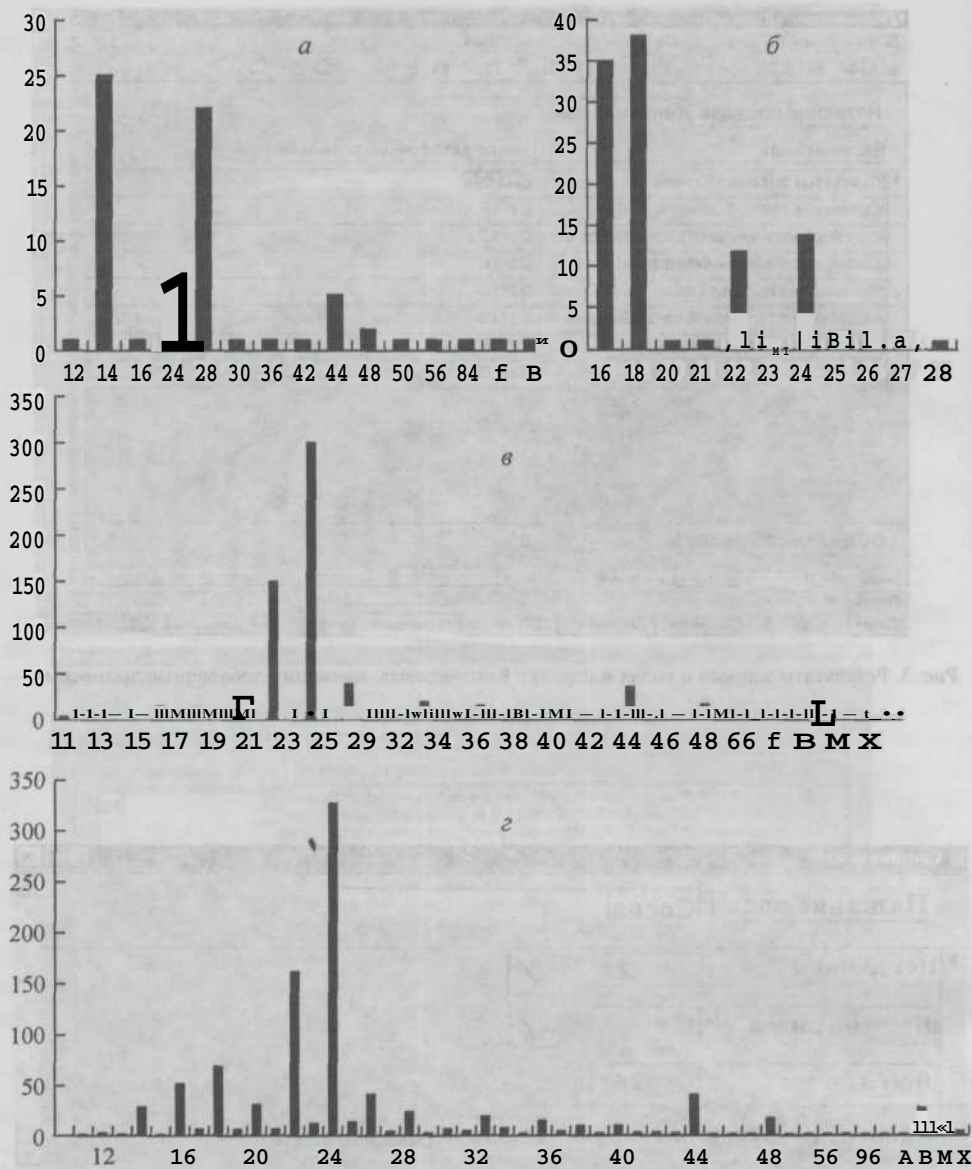


Рис. 5. Гистограммы распределения чисел хромосом различных классов отдела голосеменных. *a* — гнетовые; *б* — цикадовые; *в* — хвойные; *г* — весь отдел голосеменных растений. По оси абсцисс — число хромосом, по оси ординат — число видов. А — анеуплоиды, В — добавочные хромосомы, М — миксоплоиды, X — химеры, f — фрагменты.

кнопки позволяют просмотреть данные о всех описанных хромосомных числах в\* да, в том числе и для синонимов вида, а также — имеющиеся в базе данных рисунки и фотографии.

База данных (помимо уже упомянутых выше диаграмм, характеризующих рост числа публикаций) дает пользователю дополнительные возможности анализа. Таí например, система разработанных предопределенных запросов позволяет при необходимости вывести информацию обо всех видах с добавочными хромосомами или миксоплоидами и анеуплоидами в пределах таксона любого ранга. На рис.

представлены результаты запроса о добавочных хромосомах в пор. Кипарисовых. Как можно заметить, к настоящему моменту в данном порядке добавочные хромосомы обнаружены у восьми видов.

Поскольку в базу данных вносятся все виды (исследованные и неисследованные кариологически), можно получить информацию о степени изученности того или иного таксона. Рис. 4 показывает результаты запросов, иллюстрирующих процент изученности родов и семейств голосеменных растений. Результаты запросов подтверждают относительно слабую кариологическую изученность многих представителей голосеменных растений. Так, в сем. Подокарповых у 66 % родов неизвестны числа хромосом и их морфология. И даже в пределах одного из самых изученных родов голосеменных растений — рода *Pinus* — нет данных о кариологии 23 его видов.

База данных позволяет также построить гистограммы распределения числа хромосом в пределах любой таксономической единицы. На рис. 5 представлены распределения чисел хромосом всего отдела голосеменных и трех классов. Как можно заметить, гистограмма распределения основных хромосомных чисел является многовершинной. Максимальный пик приходится на  $2n = 24$ , второй пик —  $2n = 22$  и несколько небольших пиков, связанных с  $2n = 14, 16, 18$  и  $20$ . Также есть несколько пиков на полиплоидных уровнях: 28, 33, 38, 40, 44 и 48. Полиплоиды встречаются во многих порядках. Особенно их много в порядках Гнетовых, Подокарповых и Кипарисовых. Минимальное число хромосом, известное к настоящему моменту ( $2n = 11$ ), характерно для представителей класса хвойных (*Thuja gigantea* Nutt. var. *gradlis* Beissn.), максимальное ( $2n = 84$ ) — для гнетовых (*Welwitschia mirabilis* Hook. fil.). Минимальный разброс в числах хромосом наблюдается в классе цикадовых, более древних представителей голосеменных, максимальный — в классе сосновых, в состав которого входят более эволюционно молодые голосеменные. Подобные гистограммы можно построить и для отдельных порядков, семейств.

Таким образом, представленная база данных позволит легко обновлять материалы по мере необходимости, а также быстро и эффективно получать и обрабатывать информацию. До настоящего времени аналогов такой базы для голосеменных растений не существовало. После окончательной отладки предполагается сделать базу данных доступной для сторонних пользователей. Базу данных можно приобрести в лаборатории лесной генетики и селекции Института леса им. В. Н. Сукачева СО РАН (e-mail: selection@forest.academ.ru).

### Благодарности

Работа выполнена при финансовой поддержке интеграционного проекта СО РАН № 145 и проекта РАН 12.1 «Разработка научных основ мониторинга разнообразия лесов Сибири».

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Н- Муратова Е. Н. Хромосомные числа голосеменных растений. I. *Cycadaceae* — *Pinaceae* (*Abies* — *Larix*) // Бот. журн. 1997а. Т. 82. № 11. С. 102—109.
- ст Муратова Е. Н. Хромосомные числа голосеменных растений. II. *Pinaceae* (*Picea*, *Pinus*) // Бот. журн. 1997б. Т. 82. № 12. С. 105—115.
- К, Муратова Е. Н. Хромосомные числа голосеменных растений. III. *Pinaceae* (*Pseudolarix* — *Tsuga* — *Gnetaceae*) // Бот. журн. 1998. Т. 83. № 1. С. 149—158.
- Ли Муратова Е. Н., Круклис М. В. Хромосомные числа голосеменных растений. Красноярск, 1988.

Овчинникова Н. Ф., Мельников А. А., Панкин Ю. П. База данных древесной растительности на постоянных пробных площадях в Западном Саяне // Матер. Первой межрег. науч.-практ. конф. по сохранению биологического разнообразия Приенисейской Сибири «Сохранение биологического разнообразия Приенисейской Сибири». Красноярск, 2000. Ч. 2. С. 73—74.

Парфенова Е. И., Чебакова Н. М. База данных «Западный Саян» и ее использование в биоклиматических исследованиях // Матер. Первой межрег. науч.-практ. конф. по сохранению биологического разнообразия Приенисейской Сибири «Сохранение биологического разнообразия Приенисейской Сибири». Красноярск, 2000. Ч. 2. С. 74—76.

Пименов М. Г., Леонов М. В., Васильева М. Г., Даушкевич Ю. В. Компьютерная база данных по кариологии *Umbelliferae* мировой флоры // Бот. журн. 1993. Т. 78. № 10. С. 65—71.

Поспелов И. Н. База данных «Природа Таймырского заповедника» — опыт создания комплексной региональной базы данных по биоразнообразию // Матер. Первой межрег. науч.-практ. конф. по сохранению биологического разнообразия Приенисейской Сибири «Сохранение биологического разнообразия Приенисейской Сибири». Красноярск, 2000. Ч. 1. С. 115—117.

Löve A., Löve D. Cytotaxonomical atlas of the Slovenian flora. Vaduz, 1974. 1241 p.

Löve A., Löve D. Cytotaxonomical atlas of the Arctic flora. Vaduz, 1975. Vol. 23. 598 p.

## SUMMARY

The results of developing the database on chromosome numbers of gymnosperms are presented. The database is based on the taxonomical hierarchy: class — order — family — tribe — (subfamily) — genus — species. Brief morphological information and karyological characters are given for every taxon. All known chromosome numbers (2n) in increasing order and the bibliography are presented for each species. At present, the database contains information on 600 species and infraspecific taxa of gymnosperms, 1000 descriptions of chromosome numbers and 1300 reference to bibliography.