

БОТАНИКА

УДК 581.6

BOTANY-COLLECTION.BIO.MSU.RU: ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА
ПО АНАТОМИИ И МОРФОЛОГИИ РАСТЕНИЙ**Е.Э. Северова^{1,*}, М.В. Нилова¹, А.Г. Девятков¹, О.А. Волкова¹, С.Р. Майоров¹,
С.В. Полевова¹, А.Г. Платонова¹, А.И. Рудько¹, В.Р. Филин¹, Д.М. Фырнин²**

¹ Кафедра высших растений, биологический факультет, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова;
Россия, 119234, г. Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 12;

² Научно-исследовательский вычислительный центр, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова;
Россия, 119234, г. Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 4

* e-mail: elena.severova@mail.ru

В статье описана информационная система (<http://botany-collection.bio.msu.ru>), объединяющая данные по трем коллекциям (палинологической, карпологической и коллекции по анатомии древесины), созданным на кафедре высших растений биологического факультета МГУ за последние 70 лет. Цифровая база данных включает изображения объектов и их краткие морфологические описания. Система имеет общий интерактивный каталог всех введенных в систему образцов с функцией поиска по названиям видов, родов, семейств и жизненным формам. Кроме того, каждая коллекция имеет отдельный каталог образцов с функциями поиска по различным параметрам в зависимости от особенностей материала. Полные каталоги всех коллекций размещены на сайте в виде файлов Excel.

Ключевые слова: цифровые коллекции, высшие растения, морфология, анатомия, палинология, древесина, карпология, информационная система, база данных.

Анализ остатков растительного происхождения используется при решении широкого круга прикладных и фундаментальных проблем. В первую очередь это экспертные исследования в области криминалистики, экспертизы ботанической основы изделий из веществ растительного происхождения (пиломатериалы, мебель, бумага, ткани и пр.) [1–2], произведений искусства, продуктов питания. Анализ растительных остатков успешно применяется в палеофитоценологических и палеоклиматических реконструкциях, в археологических, экологических исследованиях и аллергологии [3–4]. Решение всех этих задач невозможно без использования эталонных коллекций, позволяющих максимально точно идентифицировать растительные объекты.

Создание цифровых информационных систем, объединяющих данные по нескольким взаимодополняющим коллекциям, значительно расширяет возможности экспертов при анализе растительного материала. Такая система была создана на базе коллекций кафедры высших растений биологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, собранных за последние 70 лет. Информационная система в виде веб-сайта, развернутого над базой данных, размещена в открытом доступе в сети Интернет (<http://botany-collection.bio.msu.ru>). Ее задача — объединить в оцифрованном виде обширные коллекции кафедры для облегчения труда экспертов по идентификации объектов растительного происхождения за счет большого объема иллюстративного материала и возможности одновременно

использовать данные из разных областей фундаментальной ботаники.

С технической точки зрения информационная система имеет классическую трехзвенную архитектуру (слой данных, слой бизнес-логики, слой клиента/интерфейса). Слой данных реализован с применением MySQL базы данных, слой логики и слой клиента написаны на языке программирования PHP5.6 с использованием фреймворка Yii2. На уровне базы данных информация хранится в Третьей Нормальной Форме (с минимальными отклонениями от нормализации, обусловленными быстродействием). Архитектура слоя бизнес-логики — MVC (Модель, Вид, Контроллер), где Модель отвечает за взаимодействие со слоем данных через технологию ORM (отображение объектов реляционной базы данных на объекты, в смысле языка программирования), а Вид отвечает за слой клиента и представляет собой, по сути, пользовательский интерфейс.

Информационная система сочетает в себе материалы, полученные в ходе специально проведенной обработки трех независимых коллекций — палинологической и карпологической коллекций и коллекции по анатомии древесины. Именно эти типы растительных остатков (пыльцевые зерна и споры, плоды и фрагменты древесины) чаще всего встречаются при исследовании растительного материала и наиболее хорошо сохраняются как в геологической летописи, так и в образцах современного происхождения, что позволяет использовать

их для различных реконструкций и экспертиз. Информационная система включает в себя три блока, соответствующих трем коллекциям: “Пыльца” (палинологическая коллекция), “Древесина” (коллекция по анатомии древесины) и “Плоды и семена” (карпологическая коллекция) и имеет общий интерактивный каталог всех введенных в систему образцов с функцией поиска по названиям родов, видов, семейств и жизненным формам. Кроме того, каждая коллекция имеет отдельный каталог с функциями поиска по различным параметрам в зависимости от особенностей материала. Полные каталоги всех коллекций размещены на сайте в виде файлов Excel.

Палинологическая коллекция начала создаваться в 60-е годы прошлого столетия и в настоящее время включает более 7000 образцов пыльцевых зерен и спор, собранных в разных регионах России и мира. При подготовке материала к оцифровке были использованы стандартные, повсеместно принятые в мировой практике методы обработки материала, что позволяет сопоставлять данные из разных источников. Материал был предобработан ацетолизным методом Эрдтмана [4–5], изображения были получены с постоянных препаратов в глицерин-желатине. Каждый образец палинологической коллекции представлен 2–8 изображениями пыльцевых зерен/спор при увеличениях $\times 400$ или $\times 1000$ в стандартных проекциях и морфологическим описанием.

Среди образцов палинологической коллекции сортировка и поиск могут осуществляться по признакам морфологии пыльцевых зерен и спор (единица распространения, размер, тип апертуры, положение апертуры, число апертур, особенности скульптуры поверхности).

Коллекция по анатомии древесины. Целенаправленное создание коллекции по анатомии древесины началось на кафедре высших растений в середине XX века во многом благодаря усилиям Г.Б. Кедрова. В настоящее время коллекция включает более 3000 образцов древесины, собранных в разных регионах России и мира и относящихся к более 800 видам растений. Коллекция по анатомии древесины для создания нашей информационной системы отснята с постоянных препаратов после проведения реакции с флороглюцином и соляной кислотой или окрашивания генцианвиолетом или сафрани-

ном [6]. Каждый образец коллекции представлен 4–12 изображениями анатомических срезов, изготовленными в трех проекциях (поперечной, радиальной, тангенциальной). Изображения получены на световом микроскопе при увеличении объективов $\times 5$, $\times 10$ и $\times 40$ и снабжены описаниями ключевых характеристик строения древесины. Среди образцов коллекции сортировка и поиск могут осуществляться по характеру проводящих элементов.

Карпологическая коллекция была основана в 1947 г. Н.Н. Каденом, в настоящее время она насчитывает около 30 000 образцов, принадлежащим более чем 7000 видам растений. В коллекции имеется большое число плодов и семян редких и эндемичных для различных регионов видов. Около 20% видов, содержащихся в коллекции, упомянуто в Красных книгах СССР, Российской Федерации, ее отдельных территорий и сопредельных стран. Цифровая карпологическая коллекция включает изображения плодов и семян, полученные при помощи фотокамеры или сканера в зависимости от специфики объекта. Изображения сопровождаются морфометрическими параметрами и библиографическими ссылками. Среди образцов карпологической коллекции сортировка и поиск могут осуществляться по типу плода и типу распространения плодов и семян.

Система полностью открыта для внешних пользователей, однако для получения изображений в высоком разрешении необходима регистрация. Окончательный вариант системы с наполнением 1000 видов палинологической коллекции, 400 видов коллекции по анатомии древесины, 2000 видов карпологической коллекции планируется разместить в открытый доступ к концу 2017 г. В дальнейшем, при наличии интереса у коллег из других научных центров, система может быть расширена за счет их материалов и пополняться удаленно.

Оцифровка коллекций выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 15-29-02508), поддержание и расширение коллекции осуществляется при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 14-50-00029) (палинологическая коллекция) и в рамках Госзадания Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, тема № АААА-А16-116021660045-2 (карпологическая коллекция и коллекция по анатомии древесины).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Судебно-экспертное исследование некоторых объектов биологического происхождения / Под ред. Л.В. Дроновой, Ф.А. Калашникова. М.: ВНИИСЭ, 1980. 279 с.
2. Hall D.W., Byrd J.H. Forensic botany: a practical guide. Chichester: Wiley-Blackwell, 2012. 195 p.
3. Erdtman's handbook of palynology / Eds. S. Nilsson, J. Praglowski. Copenhagen: Munksgaard, 1992. 580 p.
4. Moore P.D., Webb J.A., Collinson M.E. Pollen analysis. Oxford: Blackwell, 1991. 580 p.

5. Erdtman G. The acetolysis method. A revised description // Svensk Bot. Tidskr. 1960. Vol. 54. P. 561–564.

6. Барыкина Р.П., Веселова Т.Д., Девятков А.Г., Джаилова Х.Х., Ильина Г.М., Чубатова Н.В. Справочник по ботанической микротехнике. Основы и методы. М.: МГУ, 2004. 312 с.

Поступила в редакцию 29.04.2016

Принята в печать 31.05.2016

BOTANY

BOTANY-COLLECTION.BIO.MSU.RU: INFORMATION SYSTEM
ON PLANT MORPHOLOGY AND ANATOMY

E.E. Severova^{1,*}, *M.V. Nilova*¹, *A.G. Devyatov*¹, *O.A. Volkova*¹, *S.R. Mayorov*¹, *S.V. Polevova*¹,
*A.G. Platonova*¹, *A.I. Rudko*¹, *V.R. Filin*¹, *D.M. Firnin*²

¹ Department of Higher Plants, School of Biology, Lomonosov Moscow State University;
Leninskiye Gory 1-12, Moscow, 119234, Russia;

² Research Computing Center, Lomonosov Moscow State University;
Leninskiye Gory 1-4, Moscow, 119234, Russia

* e-mail: elena.severova@mail.ru

The article describes open access information system (<http://botany-collection.bio.msu.ru>) combining digital data inferred from three collections (palynological, carpological and wood anatomy) that were accumulated during the last 70 years at the School of Biology of Lomonosov Moscow State University. Database includes both digital images and short morphological descriptions. The system has an interactive check-list of all samples that allows searching with the names of species, genus, family and life form. Besides, each collection has a separate catalogue with different search possibilities. Full checklists of all collections are presented as Excel files.

Key words: digital collections, plants, morphology, anatomy, palynology, wood, carpology, information system, database

Сведения об авторах:

Северова Елена Эрастовна — канд. биол. наук, вед. науч. сотр. кафедры высших растений биологического факультета МГУ. Тел.: 8-495-939-27-62; e-mail: elena.severova@mail.ru

Нилова Майя Владимировна — канд. биол. наук, науч. сотр. кафедры высших растений биологического факультета МГУ. Тел.: 8-495-939-27-21; e-mail: nilova_maja@mail.ru

Девятков Андрей Григорьевич — канд. биол. наук, ст. науч. сотр. кафедры высших растений биологического факультета МГУ. Тел.: 8-495-939-27-56; e-mail: adeviatov@yandex.ru

Волкова Ольга Александровна — канд. биол. наук, мл. науч. сотр. кафедры высших растений биологического факультета МГУ. Тел.: 8-495-939-27-62; e-mail: centaurea57@yandex.ru

Майоров Сергей Робертович — канд. биол. наук, ст. науч. сотр. кафедры высших растений биологического факультета МГУ. Тел.: 8-495-939-27-56; e-mail: saxifraga@mail.ru

Полеева Светлана Вячеславовна — канд. биол. наук, науч. сотр. кафедры высших растений биологического факультета МГУ. Тел.: 8-495-939-27-62; e-mail: svetlanapolevova@mail.ru

Платонова Анна Глебовна — аспирант кафедры высших растений биологического факультета МГУ. Тел.: 8-495-939-27-21; e-mail: platon-anna@yandex.ru

Рудько Алексей Иванович — инженер кафедры высших растений биологического факультета МГУ. Тел.: 8-495-939-27-21; e-mail: al_rudko@mail.ru

Филин Владимир Романович — канд. биол. наук, доц. кафедры высших растений биологического факультета МГУ. Тел.: 8-495-939-27-21; e-mail: filin_vl@mail.ru

Фырнин Дмитрий Михайлович — специалист научно-исследовательского вычислительного центра МГУ. Тел.: 8-916-226-54-31; e-mail: firnind@gmail.com