НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТОМСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ РУССКОГО БОТАНИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА

Проблемы изучения растительного покрова Сибири

Труды VII Международной научной конференции,
посвященной 135-летию Гербария им. П.Н. Крылова
Томского государственного университета
и 170-летию со дня рождения П.Н. Крылова

(Томск, 28–30 сентября 2020 г.)

Томск
Издательство ТГУ
2020

Использование гербарных данных для изучения экологии, географии и фенологии растений

Д.В. Санданов

Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, Россия, Улан-Удэ, e-mail: sdenis1178@mail.ru

Аннотация. Приведен краткий обзор современных исследований, выполняемых на базе гербарных коллекций. Представлены примеры использования гербарных данных в различных биологических направлениях

Ключевые слова: гербарные данные, новые методы, биологические исследования.

Application of herbaria data for plant ecology, geography, and phenology

D.V. Sandanov

Institute of General and Experimental Biology of SB RAS, Russia, Ulan-Ude, e-mail: sdenis1178@mail.ru

Summary. A brief review of modern studies based on herbaria specimens has been summarized. Some examples of application of herbaria data in different biological studies have been presented.

Key words: herbaria data, new methods, biological studies.

Гербарные коллекции в последние годы стали все активнее использоваться в разнообразных биологических исследованиях. К примеру, ссылки на гербарные данные в сети Web of Science в значительной степени выросли, начиная с 1990 года; прирост составил около 6 раз и на сегодняшний день наблюдается порядка 600 цитирований в год (Heberlink et al., 2019). Все это свидетельствует об интересе исследователей к анализу гербарных данных с новых позиций: с применением современных методов и технологий. Наиболее активно гербарная информация используется при изучении разнообразия и географии растений (James et al., 2018), оценке климатических изменений (Lang et al., 2019), фенологии растений (Willis et al., 2017), для целей сохранения редких растений (Willis et al., 2003; Greve et al., 2016). В целом отмечается более 20 самостоятельных направлений исследований с использованием данных гербарных коллекций (Heberlink et al., 2019). Однако, некоторые исследования, такие как изучение макроэлементного состава растений, вторичных метаболитов, фитопатология и характер физиологических процессов у растений проводятся недостаточно эффективно и составляют пока еще нереализованный потенциал гербариев (Meineke et al., 2018). Одним из интересных направлений также является выявление на основе гербарных материалов видов-индикаторов климатических изменений (Hufft et al., 2018).

Отмечается, что в России также вырос интерес к изучению разнообразия и географии растений (Санданов, 2019): проводится масштабная оцифровка гербарных коллекций (Серегин, 2017; Ковтонюк, 2017; Kislov et al., 2017 и др.) и карт ареалов растений (Чепинога и др., 2017; Санданов и др., 2019). При этом остальные возможности использования гербария (помимо отбора проб для молекулярно-генетического анализа) в целом практикуются довольно редко. Как справедливо отмечает Д.В. Гельтман (2015) в настоящее время руководителям и кураторам гербариев необходимо правильно позиционировать и организовать насущные исследования с использованием различных ресурсов гербарных коллекций. Тем более, что многие из них сейчас утверждены как уникальные научные установки, на базе которых можно проводить комплексные исследования.

В последние годы нами начаты исследования по созданию базы данных по распространению сосудистых растений Азиатской России. Основу этой базы данных, в первую очередь, составляет информация из гербарных коллекций. Помимо непосредственной работы с гербарием привлекаются и опубликованные карты ареалов растений. В частности, недавно оцифровано распространение 228 эндемичных высокогорных растений Северной Азии из одноименной сводки (Эндемичные..., 1974). Массив данных составляет 13703 точек распространения видов, наибольшее число точек обозначено для таких видов как *Betula divaricata* Ledeb. [*B. middendorffii* Trautv. & C.A. Mey auct.] (415) и *Rhododendron aureum* Georgi (401), тогда как ряд видов (*Saussurea ajanensis* (Regel) Lipsch., *S. sajanensis* Gadoschn., *Carex karacolica* Polozh.) представлен единичными местонахождениями. Имеющийся массив представляет ценность, так как на сегодня в доступе имеется много климатических, биоклиматических и других пространственных данных для высокогорий. Поэтому имеется возможность анализа основных лимитов и закономерностей распространения этих видов.

Рис. 1. Распространение эндемичных высокогорных растений Северной Азии.
Примечание: при построении карты использована равновеликая проекция Альберса

Гербарные данные также широко используются для оценки фенологии растений, в частности в связи наблюдаемыми климатическими изменениями (Willis et al., 2017; Kopp et al., 2020). Для определения дат начала цветения *Amygdalus pedunculata* Pall. (рис. 2) нами использован унифицированный метод определения фенологических фаз у гербарных образцов (Pearson, 2019).

Рис. 2. Динамика цветения *Amygdalus pedunculata* на Селенгинском среднегорье:
по оси ординат указаны дни года, по оси абсцисс – годы наблюдений. Серыми треугольниками отмечены гербарные данные, черными ромбами – данные Н.В. Екимовой и С.Г. Рудых (2007), серыми квадратами – данные автора

Для оценки цветения *Amygdalus pedunculata* использована информация из следующих коллекций: гербарий Института общей и экспериментальной биологии СО РАН (UUN), гербарий Сибирского института физиологии и биохимии растений СО РАН (IRK), гербарий Иркутского государственного университета (IRKU), цифровой гербарий Московского госуниверситета (MW) – <https://plant.depo.msu.ru/>, цифровой гербарий Центрального сибирского ботанического сада СО РАН (NS

и NSK) – <http://herb.csbg.nsc.ru:8081/>. Также использованы другие опубликованные данные и авторские фенонаблюдения. Обобщение всей информации по началу цветения миндаля черешкового с 1985 по 2020 годы выявило фенологический сдвиг на более ранние сроки (рис. 2). Если ранее средняя дата начала цветения растений приходилась в среднем на 17 мая, то в последние 10 лет сроки цветения сдвинулись на 10 дней раньше и отмечаются сейчас в среднем 7 мая.

Таким образом, полученные результаты показывают перспективность использования современных методов при работе с гербарными данными. Необходимо и в дальнейшем развивать исследования в этих направлениях.

Исследования выполнены при финансовой поддержке грантов Российского фонда фундаментальных исследований, проекты № 19-54-53014, №20-45-380009 и частично в рамках государственного задания по теме № АААА-А17-117011810036-3.

ЛИТЕРАТУРА

- Гельтман Д.В. Гербарии России: основные вызовы, проблемы деятельности и пути их решения // Ботанические коллекции – национальное достояние России : сб. научных статей Всерос. (с межд. участием) науч. конф. Пенза, 2015. С. 222–224.
- Екимова Н.В., Рудых С.Г. Сезонный ритм развития *Armeniaca sibirica* и *Amygdalus pedunculata* (Rosaceae) в Западном Забайкалье // Растительные ресурсы. 2007. Т. 43, вып. 2. С. 18–23.
- Ковтонок Н.К. Виртуальные гербарные коллекции как ресурс для изучения таксономии и биоразнообразия // Растительный мир Азиатской России. 2017. № 1 (25). С. 98–104.
- Санданов Д.В. Современные подходы к моделированию разнообразия и пространственному распределению видов растений: перспективы их применения в России // Вестник Том. гос. ун-та. Биология. 2019. № 46. С. 82–114.
- Санданов Д.В., Дугарова А.С., Кокорина Е.А. Картографирование распространения видов рода *Oxytropis* DC. Азиатской России // Географические исследования Сибири и сопредельных территорий : материалы междунар. геогр. конф. Иркутск, 2019. С. 514–517.
- Серегин А.П. Гербарий Московского университета (MW) сегодня: фонды, онлайн доступ и научная работа // Бот. журн. 2017. Т. 102, № 3. С. 281–308.
- Чепинога В.В., Петухин В.А., Стальмакова Д.П. Результаты сеточного картирования сводки «Флора Центральной Сибири» (1979) в цифровом формате: итоги и перспективы использования // Растительный мир Азиатской России. 2017. № 3 (27). С. 70–78.
- Эндемичные высокогорные растения Северной Азии. Новосибирск : Наука, 1974. 335 с.
- Greve M., Lykke A.M., Fagg S.W., Gereau R.E., Lewis G.P., Marchant R., Marshall A.R., Ndayishimiye J., Bogaert J., Svenning J.-C. Realising the potential of herbarium records for conservation biology // South African Journal of Botany. 2016. Vol. 105. P. 317–323.
- Heberlink J.M., Prather L.A., Tonsor S.J. The changing uses of herbarium data in an Era of Global Change: an overview using automated content analysis // BoiScience. 2019. Vol. 60, Iss. 10. P. 812–822.
- Hufft R.A., DePrenger-Levin M.E., Levy R.A., Islam M.B. Using herbarium specimens to select indicator species for climate change monitoring // Biodiversity Conservation. 2018. Vol. 27. P. 1487–1501.
- James S.A., Soltis P.S., Belbin L., Chapman A.D., Nelson G., Paul D.L., Collins M. Herbarium data: Global biodiversity and societal botanical needs for novel research // Applications in Plant Sciences. 2018. 6(2): e1024.
- Kislov D.E., Bakalin V.A., Pimenova E.A., Verkhovat V.P., Krestov P.V. An electronic management system for a digital herbarium: development and future prospects // Botanica Pacifica. 2017. Vol. 6, No 2. P. 59–68.
- Kopp C.W., Neto-Bradley B.M., Lipsen L.P.J., Sandhar J., Smith S. Herbarium records indicate variation in bloom-time sensitivity to temperature across a geographically diverse region // International Journal of Biometeorology. 2020. Vol. 64. P. 873–880.
- Lang P.L.M., Willems F.M., Scheepens J.F., Burbano H.A., Bossdorf O. Using herbaria to study global environmental change // New Phytologist. 2019. Vol. 221. P. 110–122.
- Meineke E.K., Davis C.C., Davies T.J. The unrealized potential of herbaria for global change biology // Ecological Monographs. 2018. Vol. 88, Iss. 4. P. 505–525.
- Pearson K.D. A new method and insights for estimating phenological events from herbarium specimens // Applications in Plant Science. 2019. 7(3): e1224. 10.1002/aps3.1224
- Willis C.G., Ellwood E.R., Primack R.B., Davis C.C., Pearson K.D., Gallinat A.S., Yost J.M., Nelson G., Mazer S. J., Rossington N.L., Sparks T.H., Soltis P.S. Old plants, new tricks: phenological research using herbarium specimens // Trends in Ecology & Evolution. 2017. Vol. 32, Iss. 7. P. 531–546.
- Willis F., Moat J., Paton A. Defining a role for herbarium data in Red List assessments: a case study of *Plectranthus* from eastern and southern tropical Africa // Biodiversity and Conservation. 2003. Vol. 12. P. 1537–1552.