

ВЛИЯНИЕ БИОКЛИМАТИЧЕСКИХ ОПТИМУМОВ РАСТЕНИЙ НА УСТОЙЧИВОСТЬ КОЛЛЕКЦИИ СОЧИНСКОГО ПАРКА «ДЕНДРАРИЙ»

И.В. Анненкова

*Федеральное государственное бюджетное учреждение «Сочинский национальный парк»,
Курортный пр., д. 74, г. Сочи, 354002, Россия. E-mail: dendr55@mail.ru
ORCID iD: <http://orcid.org/0000-0003-4231-2400>*

Ключевые слова: Устойчивость коллекции, биоэкологический оптимум, набор глобальных климатических данных WorldClim, Глобальная информационная система биоразнообразия GBIF, Международный справочно-информационный центр по почвам ISRIC

Аннотация. Слежение за коллекцией голосеменных растений в парке «Дендрарий» показало зависимость процента отпада от соответствия биоэкологических условий Сочи оптимуму растений, определяемому с привлечением глобальных климатических и почвенных баз данных, а также Глобальной информационной системы биоразнообразия. Выявление растений, биоэкологические оптимумы которых соответствуют Сочи, позволяет формировать коллекции более устойчивые в регионе.

IMPACT OF BIOCLIMATIC OPTIMA OF PLANTS ON THE STABILITY OF THE SOCHI COLLECTION OF DENDRARIUM PARK

I.V. Annenkova

*Federal State Budgetary Institution "Sochi National Park", Kurortny pr. 74, Sochi, 354002,
Russian Federation.*

Keywords: Collection sustainability, bioecological optimum, WorldClim best climate data set, GBIF Global Biodiversity Information System, ISRIC International Soil Reference and Information Center

Summary. Tracking the collection of gymnosperms in the Arboretum park showed the dependence of the percentage of mortality on the compliance of the bio-ecological conditions of Sochi with the optimum of plants, determined using global climate and soil databases and the Global Biodiversity Information System. Identification of plants whose bio-ecological optimums correspond to Sochi makes it possible to form collections that are more sustainable in the region.

Устойчивость дендрологических коллекций определяется жизнеспособностью растений в условиях мест интродукции. В парке «Дендрарий» работает программа слежения за коллекционным фондом, позволяющая регистрировать новые посадки и отпад растений. В настоящее время коллекция Голосеменных растений сочинского парка «Дендрарий» насчитывает 173 вида, 28 внутривидовых таксона, 154 культивара. Преобладают хвойные растения из Северной Америки и Азии умеренного климата семейств Pinaceae и Cupressaceae. Растения Южной Америки представлены родом Podocarpus семейства Podocarpaceae.

Для оценки зависимости устойчивости коллекции от экологического оптимума видов выполнен анализ корреляции процента отпада с биоэкологическими характеристиками мест регистрации растений в базе данных Глобальной информационной системы биоразнообразия (GBIF). Было выбрано 49 видов голосеменных растений, имеющих не менее 100 пунктов наблюдения в базе the Global Biodiversity Information Facility и не менее 15 экземпляров в парке на начало слежения за коллекционным фондом (1996 г.). Пространственная автокорреляция географически близко расположенных пунктов наблюдения была устранена инструментом SDMtoolbox в программе ArcGIS

прореживанием с дистанцией 10 км. Для таксонов с количеством оставшихся пунктов наблюдения менее 1000 проводилось прореживание через 5 км.

Определение биоклиматических условий произрастания растений в местах наблюдения выполнялось по 19 биоклиматическим показателям базы WorldClim для оперативной климатической нормы стандартного базисного периода 1971–2000 гг. (WorldClim, versia 2.1) в местах произрастания растений, зафиксированных в Глобальной информационной системе по биоразнообразию (GBIF): BIO_01 – средняя годовая температура воздуха, BIO_02 – средняя суточная амплитуда температуры за каждый месяц, BIO_03 – изотермичность ($(BIO_2 / BIO_7) * 100$), BIO_04 – стандартное отклонение температур, BIO_05 – максимальная температура самого тёплого месяца года, BIO_06 – минимальная температура самого холодного месяца года, BIO_07 – годовая амплитуда температуры (BIO_5 - BIO_6), BIO_08 – средняя температура самой влажной четверти года, BIO_09 – средняя температура самой сухой четверти года, BIO_10 – средняя температура самой тёплой четверти года, BIO_11 – средняя температура самой холодной четверти года, BIO_12 – годовая сумма осадков, BIO_13 – сумма осадков в самом влажном месяце года, BIO_14 – сумма осадков в самом сухом месяце года, BIO_15 – коэффициент вариации осадков, BIO_16 – сумма осадков в самой влажной четверти года, BIO_17 – сумма осадков в самой сухой четверти года, BIO_18 – сумма осадков в самой теплой четверти года, BIO_19 – сумма осадков в самой холодной четверти года.

Характеристики почв получены из базы Международного справочно-информационного центра по почвам (ISRIC): BDTICM - абсолютная глубина до коренной породы, см; BLDFIE - объемная плотность, кг/см³; CECSOL - катионообменная способность почвы, смоль/кг; CLYPPT - массовая доля частиц глины (<0.0002 мм), %; ORCDRC - содержание органического углерода в почве, промилле; SLTPP - массовая доля частиц ила (0.0002–0.05 мм), %; SNDPPT - массовая доля частиц песка (0,05–2 мм), %.

Для выявления факторов среды, влияющих на выпадение растений, таксоны были сгруппированы в кластеры по отклонению условий в пунктах наблюдений от условий Сочи. Кластеры выделялись методом k-медоидов (PAM). Оптимальное количество кластеров определялось по критерию среднего силуэта. Процент выпавших растений был взят за период работы программы слежения за коллекционным фондом (1996–2021 гг.). Отклонения показателей Сочи от значений в местах произрастания рассчитывались в процентилях статистических распределений, при этом принималось, что распределения подчиняются нормальному закону. Для каждого кластера рассчитывалась корреляция величины отклонений с процентом отпада растений.

В первый кластер вошли растения, значения биоклиматических показателей в местах произрастания которых сильно отличаются от Сочи. Процент отпада в кластере составил 35 и на уровне значимости 0.05 положительно коррелировал с более высокими средними годовыми температурами (bio_01), максимальными температурами самого теплого месяца (bio_05) и самой теплой четверти года (bio_10), а также с минимальными температурами самого холодного месяца (bio_06), самой холодной четверти года (bio_11) и средней температурой самой влажной четверти года (bio_08). Во второй кластер объединены растения с меньшими отклонениями показателей от условий в местах наблюдения, но произрастающие в регионах с более высоким количеством осадков, выпадающих в самую теплую четверть года (рис. 1). Процент отпада составил – 31.7 и положительно коррелировал с более высокими средними годовыми температурами (bio_01), минимальными температурами самого холодного месяца (bio_06) и самой холодной четверти года (bio_11).

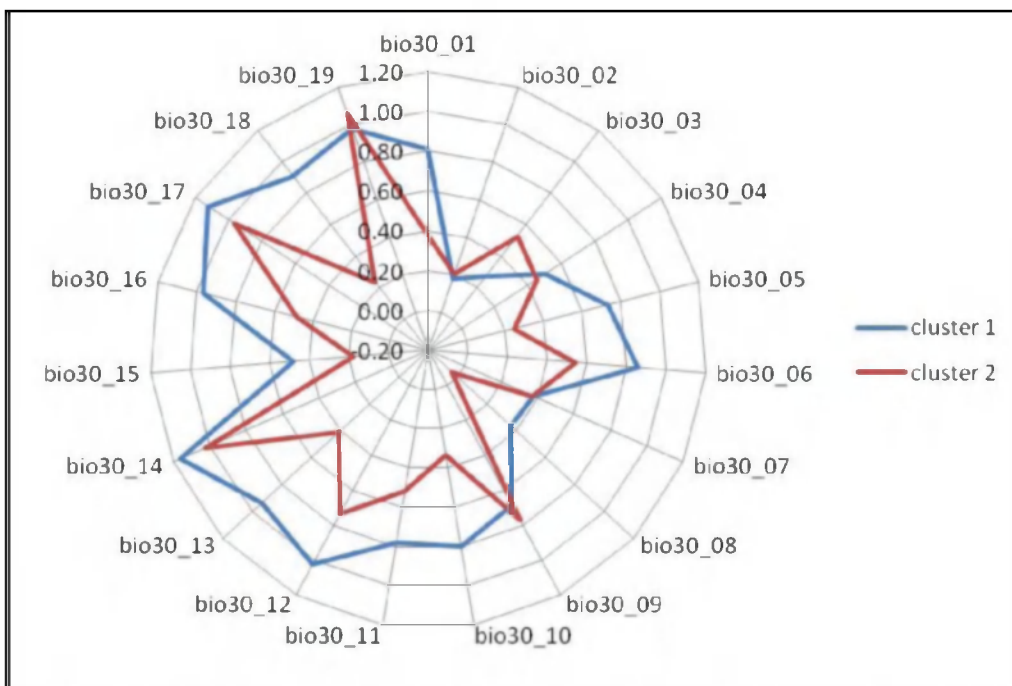


Рис. 1. Процентили биоклиматических показателей Сочи для кластеров Голосеменных растений.

По требованиям к почвенным условиям были выделены растения, произрастающие на более легких и бедных почвах, чем в Сочи, – 1 кластер, и растения, произрастающие на более тяжелых, глинистых, плодородных почвах – 2 кластер (рис. 2).

В первом кластере повышение объемной плотности, массовой доли глины и снижение содержания органического углерода в Сочи по сравнению с районами произрастания повысили процент отпада (уровень значимости 0.1) до 42.1. Во втором - процент отпада не коррелировал с показателями почв и составил 25.1.

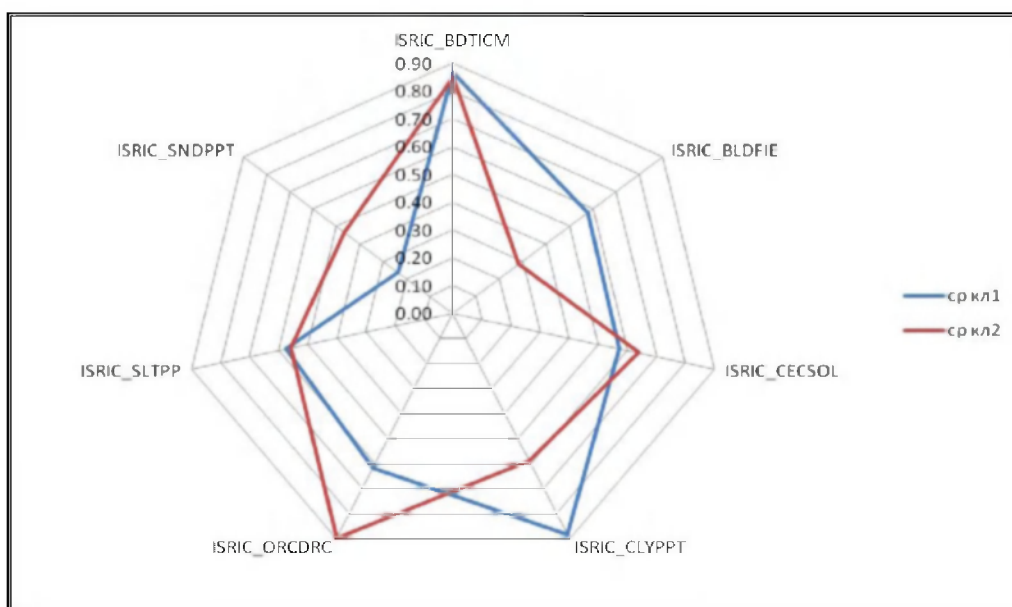


Рис.2. Процентили почвенных показателей Сочи для кластеров Голосеменных растений.

В таблице показана дифференциация таксонов на кластеры, рассчитанная по отличию биоклиматических и почвенных условий реализованных ниш от условий Сочи.

Таблица. Дифференциация таксонов на кластеры

Таксоны	Процент отпада	Кластеры	
		биоклиматические	почвенные
<i>Abies nordmanniana</i> (Steven) Spach	37.4	1	1
<i>Calocedrus decurrens</i> (Торт.) Florin	68.8	1	1
<i>Chamaecyparis lawsoniana</i> (A.Murray bis) Parl.	39.8	1	1
<i>Cupressus macrocarpa</i> Hartw. ex Gordon	24.2	1	1
<i>Juniperus sabina</i> L.	26.2	1	1
<i>Metasequoia glyptostroboides</i> H.H. Hu & W.C. Cheng	16.4	1	1
<i>Picea abies</i> (L.) H. Karst.	69.5	1	1
<i>Picea orientalis</i> (L.) Peterm.	62.5	1	1
<i>Pinus nigra</i> J.F.Arnold	21.8	1	1
<i>Pinus ponderosa</i> Douglas ex C.Lawson	50.0	1	1
<i>Pinus radiata</i> D.Don	36.5	1	1
<i>Pinus rigida</i> Mill.	23.3	1	1
<i>Pinus sylvestris</i> L.	63.3	1	1
<i>Pinus wallichiana</i> A.B.Jacks.	35.8	1	1
<i>Pseudotsuga menziesii</i> (Mirb.) Franco	60.0	1	1
<i>Sequoia sempervirens</i> (D.Don) Endl.	16.5	1	1
<i>Sequoiadendron giganteum</i> (Lindl.) J.T.Buchholz	44.4	1	1
<i>Taxus baccata</i> L.	38.8	1	1
<i>Thuja occidentalis</i> L.	56.3	1	1
<i>Thuja plicata</i> Donn ex D.Don	53.9	1	1
<i>Cedrus atlantica</i> (Endl.) Manetti ex Carriere	56.4	1	2
<i>Cedrus deodara</i> (Lamb.) G.Don	25.4	1	2
<i>Cupressus lusitanica</i> Mill.	18.1	1	2
<i>Cupressus sempervirens</i> L.	20.5	1	2
<i>Ginkgo biloba</i> L.	26.3	1	2
<i>Juniperus excelsa</i> M. Bieb.	27.1	1	2
<i>Juniperus foetidissima</i> Willd.	33.3	1	2
<i>Juniperus virginiana</i> L.	17.4	1	2
<i>Picea pungens</i> Engelm.	49.4	1	2
<i>Pinus halepensis</i> Mill.	36.4	1	2
<i>Pinus pinaster</i> Aiton	40.4	1	2
<i>Pinus pinea</i> L.	21.4	1	2
<i>Pinus tabuliformis</i> Carriere	32.7	1	2
<i>Pinus taeda</i> L.	12.3	1	2
<i>Platycladus orientalis</i> (L.) Franco	17.2	1	2
<i>Taxodium distichum</i> (L.) Rich.	9.1	1	2
<i>Chamaecyparis obtusa</i> (Siebold & Zucc.) Endl.	37.1	2	1
<i>Chamaecyparis pisifera</i> (Siebold & Zucc.) Endl.	50.0	2	1
<i>Cryptomeria japonica</i> (Thunb. ex L.f.) D.Don	30.2	2	1
<i>Pinus densiflora</i> Siebold & Zucc.	47.6	2	1
<i>Pinus elliotii</i> Engelm.	38.5	2	1
<i>Pinus thunbergii</i> Parl.	28.2	2	1
<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	20.0	2	2
<i>Cunninghamia lanceolata</i> (Lamb.) Hook.	27.0	2	2

Таксоны	Процент отпада	Кластеры	
		биоклиматические	почвенные
<i>Cupressus funebris</i> Endl.	24.1	2	2
<i>Cycas revoluta</i> Thunb.	27.8	2	2
<i>Pinus massoniana</i> Lamb.	18.2	2	2
<i>Podocarpus macrophyllus</i> (Thunb.) Sweet	8.6	2	2
<i>Taxodium huegelii</i> C.Lawson	8.3	2	2

Из исследованных таксонов 41% вошли в кластеры с большим отклонением биоклиматических и почвенных показателей Сочи от оптимумов видов. Средний отпад в этой группе составил 42.3%. В группу с наименьшими отклонениями условий Сочи по обоим комплексам показателей вошло 14% таксонов. Средний отпад в этой группе составил 19.1%.

Основой устойчивости дендрологических коллекций является сочетание достаточной стабильности дендрокolleкций с их неизбежным изменением. «Мобильность дендрокolleкций ... всегда присутствует и даже, в известной мере, необходима.» (Карпун, 2017, с. 637). Предварительный анализ сходства условий произрастания растений с условиями Сочи, выполняемый с привлечением глобальных баз данных, позволяет учесть биоклиматический оптимум видов и формировать устойчивый состав коллекций.

Список литературы

Карпун Ю.Н., 2017. К вопросу устойчивости дендрологических коллекций ботанических садов и дендрологических парков России // Hortus bot. Т. 12, прил. II, URL: <http://hb.karelia.ru/journal/article.php?id=4284>. DOI: 10.15393/j4.art.2017.4284

Global Biodiversity Information Facility. <http://www.gbif.org>. (дата обращения 11.04.2022).

J. L. Brown. SDMtoolbox: A python-based GIS toolkit for landscape genetic, biogeographic and species distribution model analyses. 2014. DOI: [10.1111/2041-210X.12200](https://doi.org/10.1111/2041-210X.12200)

WorldClim version2.1 - Global Climate Data. 2022. URL: <https://worldclim.org/data/worldclim21.html> (дата обращения 22.06.2022).