



•生物编目• 纪念第19届国际植物学大会召开5周年专题

世界上已知维管植物有多少种？基于多个全球植物数据库的整合

钱宏^{1*}, 张健², 赵静超²

1. Research and Collections Center, Illinois State Museum, Springfield, IL 62703, USA; 2. 华东师范大学生态与环境科学学院, 浙江天童森林生态系统国家野外科学观测研究站, 上海 200241

摘要: 维管植物是地球上生物多样性的重要组成部分, 拥有超过200年的研究历史。然而, 世界上有多少种维管植物, 其中有多少种已被发现和描述等问题迄今仍未很好回答。本文整合分析了全球4个主要植物数据库, 以期回答全球已发现和描述了物种的问题。结果表明, 全球已发现和描述的维管植物有376,366种(包括自然杂交种)。排除自然杂交种后, 全球共包含369,054种维管植物, 其中广义蕨类植物13,810种, 裸子植物1,172种, 被子植物354,072种。我们的结果比已有的4个数据库中的任何一个的物种数都至少要多17,700种。

关键词: 被子植物; 有花植物; 裸子植物; 石松植物; 蕨类植物; 物种多样性

钱宏, 张健, 赵静超 (2022) 世界上已知维管植物有多少种? 基于多个全球植物数据库的整合. 生物多样性, 30, 22254. doi: 10.17520/biods.2022254.
Qian H, Zhang J, Zhao JC (2022) How many known vascular plant species are there in the world? An integration of multiple global plant databases. Biodiversity Science, 30, 22254. doi: 10.17520/biods.2022254.

How many known vascular plant species are there in the world? An integration of multiple global plant databases

Hong Qian^{1,*}, Jian Zhang², Jingchao Zhao²

1 Research and Collections Center, Illinois State Museum, Springfield, IL 62703, USA

2 Zhejiang Tiantong Forest Ecosystem National Observation and Research Station, School of Ecological and Environmental Sciences, East China Normal University, Shanghai 200241, China

ABSTRACT

Aims: Despite that vascular plants constitute an important component of overall global biodiversity and have been studied well over two centuries, the questions of “How many species of vascular plants are there in the world and how many of them have been discovered and described?” remain open. Here, we address the second of the two questions.

Method: We synthesized four global plant databases.

Results & Conclusions: Our study shows that for the entire global flora of vascular plants (including natural hybrids), 376,366 species have been discovered and validly described. When natural hybrids are excluded, the global flora includes 369,054 species of vascular plant species, of which pteridophytes (ferns and lycophytes), gymnosperms and angiosperms have 13,810, 1,172 and 354,072 species, respectively. The number of vascular plant species derived from our study is larger than any of the other four databases by at least 17,700 species.

Key words: angiosperm, flowering plant, gymnosperm, lycophyte, pteridophyte, species diversity

维管植物包括广义蕨类(包括石松植物和狭义蕨类植物)、裸子植物和被子植物, 是生物多样性的重要组成部分(Borsch et al, 2020)。维管植物的重要

性不仅在于其多样性本身, 也在于它们能够影响许多其他类群的多样性(Pimm & Joppa, 2015)。自林奈以来, 维管植物已有两百多年的研究历史, 但世界

收稿日期: 2022-05-10; 接受日期: 2022-06-28

* 通讯作者 Author for correspondence. E-mail: hqian@museum.state.il.us, hong.qian@illinoisstatemuseum.org

<https://www.biodiversity-science.net>

上究竟有多少种? 其中有多少已被发现并描述? 这两个问题仍未很好地解决。基于统计模型或特定分类群(如科级水平), 不少研究已对全球维管植物物种的数量进行过估计, 结果差异巨大, 从不足25万到超过40万不等, 大部分估计在30万至40万之间。例如Christenhusz和Byng (2016)报道全球维管植物物种数为308,312种, 而Pimm和Joppa (2015)的报道为390,923种, 数量上至少有8万种的差距。

准确确定全球已发现和描述的维管植物物种数需要一个包含已发表的所有维管植物名称及其异名(synonyms)与接受名(accepted names)之间的对应关系的名录。The Plant List (TPL; version 1.0, 2010; version 1.1, 2013; <http://www.theplantlist.org>)是首个记录世界植物名称的名录, 涵盖了维管植物和苔藓植物。然而, 在TPL v1.1版本中, 22.8%的植物名被归类为未解决的名称, 很多学名被错误处理。例如, 基于TROPICOS数据库(<https://www.tropicos.org/home>), *Cyclosorus procurrans* (Mett.) Copel. 和 *Thelypteris procurrans* (Mett.) C. F. Reed 属于同一物种的同模式异名(homotypic synonyms), 但TPL将二者归为两个接受名(即两个不同物种)。维管植物名称的不规范化使用无疑会导致物种多样性被高估或低估。此外, TPL数据库自2013年以来长期处于更新停滞状态。

在过去的10年, 以TPL为主要基础, 新开发了5个全球植物数据库: World Flora Online (WFO; <https://www.worldfloraonline.org>)、Plants of the World Online (POWO; <https://www.plantsoftheworldonline.org>)、World Checklist of Vascular Plants (WCVP; <https://wcvp.science.kew.org/>)、The Leipzig Catalogue of Vascular Plants (LCVP; Freiberg et al, 2020)和World Plants (WP; <https://www.worldplants.de>)。与TPL相比, 这些数据库提供了全球维管植物物种多样性的更准确数据, 但每一个数据库都包含一些接受名不存在于另一个数据库中的情形。例如, 在WP数据库中(2021年2月21日查询), 2015年建立并发表的 *Hysterobaeckea* 属包含11种接受名, 但该属在LCVP中被遗漏, 其中3种被归类为 *Babingtonia* 属 (*B. behrii* (Schltdl.) A. R. Bean) 和 *Baeckea* 属 (*B. ochropetala* F. Muell. 和 *B. tuberculata* Trudgen) 的接受种, 另外8种 (*Hysterobaeckea cornuta* Rye; *H.*

glandulosa Rye; *H. graniticola* Rye; *H. longipes* Rye; *H. occlusa* Rye; *H. petraea* Rye; *H. pterocera* Rye; *H. setifera* Rye) 均未被包括在LCVP中。此外, 对于一个特定数据库, 由于拼写错误, 一些物种名称多次被误定为接受名, 如: *Helichrysum auronitens* Sch. Bip. 与 *Helichrysum aureonitens* Sch. Bip., *Senecio cinerifolius* H. Lév. 与 *Senecio cinerifolius* H. Lév.; *Stevia strotheriana* B. L. Turner 与 *Stevia strotherana* B. L. Turner; *Taraxacum idlomorphaoides* Rail. 与 *Taraxacum idiomorphaoides* Rail. 等在LCVP中存在误定。因此, 相比于仅使用其中一个数据库, 综合上述5个数据库中的信息才能更准确地估计全球维管植物物种数。

本文旨在整合WFO、POWO、LCVP和WP等4个主要全球植物数据库中的信息, 确定世界上已知维管植物物种数。本研究中我们未考虑TPL和WCVP两个数据库, 因为TPL是WFO的前身, 而WCVP和POWO都是由英国皇家植物园邱园建立, 且POWO包含了WCVP中的植物名。由于这4个主要的全球植物数据库中已涵盖了非常全面的、有关全球植物的信息(Freiberg et al, 2020), 本研究也未考虑其他维管植物特定类群的全球和区域植物数据库。

1 研究方法

LCVP数据库来自Freiberg等(2020)的LCVP名录, WFO、POWO和WP在各自网站中查询获得(访问时间为2021年2月)。采取以下步骤匹配每对数据库之间的植物名称: (1)通过拉丁名及其命名人名组合进行匹配; (2)对于第一步中未匹配上的名称, 先基于拉丁名进行匹配, 然后人工核实每一个命名人名是否与拉丁名匹配; (3)使用各种R语言软件包中的模糊匹配算法: Taxonstand (Cayuela et al, 2012)、WorldFlora (Kindt, 2020)、lcplants (Freiberg et al, 2020)或在线名称匹配应用程序(如: Taxonomic Name Resolution Service, <http://tnrs.iplantcollaborative.org>)以匹配名称(包括学名和作者名), 并首先根据属名, 然后根据种加词、种下等级名称及作者名对匹配名进行核实; (4)从属名和种加词中均选取特定数量的字母进行各种组合(如属名的前10个字母加上种加词的前6个字母), 通过属名和种加词对匹配的名称进行人工核对。

在上述步骤中,我们也通过对拉丁名和命名人名微小修改来执行进一步匹配。例如,对于在使用原始拉丁名和命名人名进行初始匹配过程中未匹配到的名称,采取以下措施进行进一步匹配:(a)去掉拉丁名中的栽培种符号“x”和连字符“-”,并将“ae”、“ai”、“ei”、“yi”和“ii”替换为“i”;(b)删除命名人名中的点和空格,并将“fil.”替换为“f.”;(c)将原拉丁名和命名人名中的所有字母都改成对应的小写字母。在上述每个匹配过程中都会对匹配上的名称进行人工检查。这种多步骤的过程可以最大限度地匹配不同数据库间的名称。

本工作将LCVP数据库作为名称的主体。对于一个指定的接受名,如在一个或多个名称中,由于拼写错误(或变体)而出现重复,仅保留拼写正确的那个。对于在POWO、WFO和WP中被定为接受名的,如果它们及其异名没有任何一个作为接受名包括在LCVP中,将它们定为在LCVP之外的接受名。通过以下方法将每个物种归于一个目中:广义蕨类植物使用PPG I (Pteridophyte Phylogeny Group I)分类系统(Schuettpeitz et al, 2016),裸子植物使用密苏里植物园数据库(<http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb>)中的分类系统,被子植物使用APG IV (Angiosperm Phylogeny Group, 2016)分类系统。

2 结果

全球已发现并描述的维管植物有376,366种(包括自然杂交种;表1;本文中的物种数目统计均不包含种下等级类群),其中广义蕨类14,307种,种子植物362,059种。种子植物中有1,217种裸子植物和360,842种被子植物。排除自然杂交种后,全球已发现和描述的维管植物有369,054种,其中广义蕨类13,810种,裸子植物1,172种,被子植物354,072种。

对所有维管植物目水平进行已描述和接受的物种统计后发现(表1),物种数最多的5个目是天门冬目(含杂交种为42,236种,排除杂交种为40,736种)、菊目(41,868种和41,459种)、唇形目(29,365种和28,447种)、豆目(26,412种和26,301种)和禾本目(25,379种和24,667种)。

3 讨论

本文旨在解决一个长期存在争议但极为重要

的问题,即世界上有多少种已知维管植物?由于许多植物名称是异名(即同一植物有很多不同的名称),且许多异名与它们的接受名之间的关系很难确定,因此回答这一问题并非易事。据统计,平均每个维管植物有2.7个学名(Kew, 2016)。当同种植物被不同学者在不同时期命名了不同学名时,一个物种有一个以上学名的情况就会出现。然而,相比于其他全球植物数据库,本研究中使用的主干数据库LCVP中未解决的植物名称数量相对较少,如:LCVP数据库有5%未解决,而TPL数据库有21%未解决(Freiberg et al, 2020)。本文通过综合4个数据库中的信息,梳理了它们之间错综复杂的关系,因此与之前基于统计模型的估计(Paton et al, 2008; Pimm & Joppa, 2015; Lughadha et al, 2016)或单一物种名录(Freiberg et al, 2020)相比,提供了目前已知的全球维管植物物种数的最准确估计(包括杂交种共376,366种,不包括杂交种共369,054种)。相比于LCVP (351,180个维管植物接受种)(Freiberg et al, 2020)、WP (351,263个接受种)(<https://www.worldplants.de>; 2021年2月21日访问)、POWO (348,705个接受种)(www.plantsoftheworldonline.org; 2021年2月21日访问)和WFO (350,510个维管和苔藓植物的已接受物种)(www.worldfloraonline.org; 2021年2月21日访问),本研究得到的维管植物物种数比4个数据库中的任何一个都至少要多17,700种。

本研究整理出的LCVP数据库以外的大多数物种源自POWO和WP数据库。Freiberg等(2020)在其附录1中指出LCVP使用了POWO数据。虽然他们没有将WP列为LCVP的直接源数据库,但确实提到使用了WP和Catalogue of Life数据库。值得注意的是:为什么LCVP遗漏了那么多在POWO和WP中可获取的植物名?其中一个原因可能是使用了过时的POWO和WP版本。Freiberg等(2020)表明LCVP中使用的POWO数据于2018年11月从Kew获得,仅包含约793,000个植物名称(~335,000个接受名,~458,000个被标记为异名)。而本文使用的POWO数据库版本包含了约110万个植物名,比用来构建LCVP的POWO数据库的版本多了约30万个名称。Freiberg等(2020)用来构建LCVP的WP数据库版本是由Hassler (2019)为Catalogue of Life生成的,因此这个版本相较于本研究中使用的版本而言已经过时。

表1 全球各维管植物目所包括的物种数

Table 1 Number of species that have been validly described for each of the orders of vascular plants in the world


目 Order	物种数量 Number of species		目 Order	物种数量 Number of species	
	包括杂交种 Incl. hybrid	排除杂交种 Excl. hybrid		包括杂交种 Incl. hybrid	排除杂交种 Excl. hybrid
蕨类植物 Pteridophyte			纓子木目 Crossosomatales	77	77
桫欏目 Cyatheales	793	782	葫芦目 Cucurbitales	3,232	3,215
木贼目 Equisetales	45	35	五桠果目 Dilleniales	567	567
里白目 Gleicheniales	177	173	薯蕷目 Dioscoreales	909	907
膜蕨目 Hymenophyllales	637	634	川续断目 Dipsacales	1,471	1,432
水韭目 Isoetales	208	203	杜鹃花目 Ericales	14,638	14,445
石松目 Lycopodiales	522	513	南鼠刺目 Escalloniales	154	147
合囊蕨目 Marattiales	151	151	豆目 Fabales	26,412	26,301
瓶尔小草目 Ophioglossales	132	128	壳斗目 Fagales	1,670	1,435
紫萁目 Osmundales	26	24	丝纓花目 Garryales	27	27
水龙骨目 Polypodiales	10,560	10,123	龙胆目 Gentianales	23,687	23,600
松叶蕨目 Psilotales	19	19	牻牛儿苗目 Geraniales	953	934
槐叶蕨目 Salviniiales	82	81	大叶草目 Gunnerales	67	66
莎草蕨目 Schizaeales	224	213	腺椒树目 Huerteales	30	30
卷柏目 Selaginellales	731	731	茶茱萸目 Icaciniales	187	187
裸子植物 Gymnosperm			唇形目 Lamiales	29,365	28,447
柏目 Cupressales	458	441	樟目 Laurales	3,955	3,954
苏铁目 Cycadales	376	375	百合目 Liliales	1,897	1,876
银杏目 Ginkgoales	1	1	木兰目 Magnoliales	3,565	3,542
买麻藤目 Gnetales	120	117	金虎尾目 Malpighiales	20,197	19,749
松目 Pinales	262	238	锦葵目 Malvales	7,770	7,605
被子植物 Angiosperm			水媳花目 Metteniusales	66	66
菖蒲目 Acorales	2	2	桃金娘目 Myrtales	15,400	15,203
泽泻目 Alismatales	4,832	4,729	睡莲目 Nymphaeales	109	101
无油樟目 Amborellales	1	1	酢浆草目 Oxalidales	2,164	2,160
伞形目 Apiales	6,400	6,377	露兜树目 Pandanales	1,699	1,698
冬青目 Aquifoliales	770	766	盔被花目 Paracryphiales	42	42
棕榈目 Arecales	2,814	2,784	无叶莲目 Petrosaviales	4	4
天门冬目 Asparagales	42,236	40,736	苦楝木目 Picramniales	57	57
菊目 Asterales	41,868	41,459	胡椒目 Piperales	4,512	4,512
木兰藤目 Austrobaileyales	91	91	禾本目 Poales	25,379	24,667
红珊藤目 Berberidopsidales	4	4	山龙眼目 Proteales	2,085	2,080
紫草目 Boraginales	3,711	3,674	毛茛目 Ranunculales	6,328	6,207
十字花目 Brassicales	5,502	5,393	蔷薇目 Rosales	11,985	11,428
绒球花目 Bruniales	90	90	檀香目 Santalales	2,636	2,632
黄杨目 Buxales	135	135	无患子目 Sapindales	7,071	7,036
白樟目 Canellales	129	129	虎耳草目 Saxifragales	3,359	3,134
石竹目 Caryophyllales	15,362	15,020	茄目 Solanales	5,493	5,469
卫矛目 Celastrales	1,437	1,437	昆栏树目 Trochodendrales	2	2
金鱼藻目 Ceratophyllales	7	7	黄漆姑目 Vahliales	5	5
金粟兰目 Chloranthales	75	75	葡萄目 Vitales	1,105	1,101
鸭跖草目 Commelinales	959	956	姜目 Zingiberales	2,999	2,986
山茱萸目 Cornales	744	731	蒺藜目 Zygophyllales	343	343


LCVP数据库约有63,000个植物名称为“未解决”状态。其中, 60,710个是种等级上的植物名称。然而, 约有14,500个名称在POWO和/或WP中被确定为接受名或异名。在本研究中, 未解决名称的比例从LCVP的5%下降到3.7%。尽管LCVP中有一些仍未解决名称将来可能成为接受名, 但我们支持Freiberg等(2020)的观点, 认为这些未解决名称中的多数仍可能是异名。

本研究通过整合LCVP、POWO、WFO和WP等4个主要的全球植物数据库, 报道了全球已知维管植物物种数。我们认为这些数据库至少包括了2019年之前发表的所有植物名称。Christenhusz和Byng (2016)及Cheek等(2020)的研究表明, 近十多年来, 每年发表的维管植物新物种(除新组合combinations外)的数量平均在2,000个左右。可以预测, 这一趋势在未来一段时间内还将持续。

本文的英文版参见网站<http://www.biodiversity-science.net/fileup/PDF/2022254-1.pdf>。

ORCID

钱宏  <https://orcid.org/0000-0002-1381-7496>

张健  <https://orcid.org/0000-0003-0589-6267>

参考文献

- Borsch T, Berendsohn W, Dalcin E, Delmas M, Demissew S, Elliott A, Fritsch P, Fuchs A, Geltman D, Güner A, Haeevermans T, Knapp S, Roux MM, Loizeau PA, Miller C, Miller J, Miller JT, Palase R, Paton A, Parnell J, Pendry C, Qin HN, Sosa V, Sosef M, Raab-Straube E, Ranwashe F, Raz L, Salimov R, Smets E, Thiers B, Thomas W, Tulig M, Ulate W, Ung V, Watson M, Jackson PW, Zamora N (2020) World Flora Online: Placing taxonomists at the heart of a definitive and comprehensive global resource on the world's plants. *Taxon*, 69, 1311–1341.
- Angiosperm Phylogeny Group (2016) An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 181, 1–20.
- Cayuela L, Granzow-de la Cerda Í, Albuquerque FS, Golicher DJ (2012) Taxonstand: An R package for species names standardisation in vegetation databases. *Methods in Ecology and Evolution*, 3, 1078–1083.
- Cheek M, Nic Lughadha E, Kirk P, Lindon H, Carretero J, Looney B, Douglas B, Haelewaters D, Gaya E, Llewellyn T, Ainsworth AM, Gafforov Y, Hyde K, Crous P, Hughes M, Walker BE, Campostri Forzza R, Wong KM, Niskanen T (2020) New scientific discoveries: Plants and fungi. *Plants, People, Planet*, 2, 371–388.
- Christenhusz MJM, Byng JW (2016) The number of known plants species in the world and its annual increase. *Phytotaxa*, 261, 201.
- Freiberg M, Winter M, Gentile A, Zizka A, Muellner-Riehl AN, Weigelt A, Wirth C (2020) LCVP, The Leipzig catalogue of vascular plants, a new taxonomic reference list for all known vascular plants. *Scientific Data*, 7, 416.
- Hassler M (2019) World Plants: Synonymic Checklists of the Vascular Plants of the World (version Nov. 2018). In: Species 2000 & ITIS Catalogue of Life. 2019 Annual Checklist (eds Roskov Y, Ower G, Orrell T, Nicolson D, Bailly N, Kirk PM, Bourgoin T, DeWalt RE, Decock W, Nieukerken E van, Zarucchi J, Penev L). <http://www.catalogueoflife.org/annual-checklist/2019/details/species/id/327754a53d1d6be643f32eedfc8a2958>.
- Gardens R Kew (2016) The State of the World's Plants Report 2016. Royal Botanic Gardens, Kew.
- Kindt R (2020) WorldFlora: An R package for exact and fuzzy matching of plant names against the World Flora Online taxonomic backbone data. *Applications in Plant Sciences*, 8, e11388.
- Lughadha EN, Govaerts R, Belyaeva I, Black N, Lindon H, Allkin R, Magill RE, Nicolson N (2016) Counting counts: Revised estimates of numbers of accepted species of flowering plants, seed plants, vascular plants and land plants with a review of other recent estimates. *Phytotaxa*, 272, 82.
- Paton A, Brummitt N, Govaerts R, Harman K, Hinchcliffe S, Allkin R, Nic Lughadha E, Puentes F (2008) Towards Target 1 of the Global Strategy for Plant Conservation: A working list of all known plant species—Progress and prospects. *Taxon*, 57, 602–611.
- Pimm SL, Joppa LN (2015) How many plant species are there, where are they, and at what rate are they going extinct? *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 100, 170–176.
- Schuettpelz E, Schneider H, Smith AR, Hovenkamp P, Prado J, Rouhan G, Salino A, Sundue M, Almeida TE, Parris B, Sessa EB, Field AR, de Gasper AL, Rothfels CJ, Windham MD, Lehnert M, Dauphin B, Ebihara A, Lehtonen S, Schwartsburd PB, Metzgar J, Zhang LB, Kuo LY, Brownsey PJ, Kato M, Arana MD, Assis FC, Barker MS, Barrington DS, Chang HM, Chang YH, Chao YS, Chen CW, Chen DK, Chiou WL, Ditttrich VAD, Duan YF, Dubuisson JY, Farrar DR, Fawcett S, Galan JMGY, Goes-Neto LAD, Grant JR, Grusz AL, Haufler C, Hauk W, He H, Hennequin S, Hirai RY, Huiet L, Kessler M, Korall P, Labiak PH, Larsson A, Leon B, Li CX, Li FW, Link-Perez M, Liu HM, Lu NT, Meza-Torres EI, Miao XY, Moran R, Mynssen CM, Nagalingum N, Ollgaard B, Paul AM, Pereira JBD, Perrie LR, Ponce M, Ranker TA, Schulz C, Shinohara W, Shmakov A, Sigel EM, de Souza FS, Sylvestre LD, Testo W, Triana-Moreno LA, Tsutsumi C, Tuomisto H, Valdespino IA, Vasco A, Viveros RS, Weakley A, Wei R, Weststrand S, Wolf PG, Yatskievych G, Xu XG, Yan YH, Zhang L, Zhang XC, Zhou XM (2016) A community-derived classification for extant lycophytes and ferns. *Journal of Systematics and Evolution*, 54, 563–603.

(责任编辑: 高连明 责任编辑: 周玉荣)