



中国被子植物 2 新记录种—— 蒙古水毛茛和山地柳叶菜

罗依可¹,冀佳欣¹,赵昌丽¹,尚策¹,谢磊^{1*},马卫国²

(1 北京林业大学 生态与自然保护学院,北京 100083;2 阿尔泰山国有林管理局青河分局,新疆阿勒泰 836200)

摘要: 基于对国内外大量文献研究以及对国内外多个标本馆的植物标本的广泛检视,同时针对 2 个物种开展了分子系统发生分析。根据形态学与分子系统学证据,报道了发现于新疆阿勒泰地区的 2 种中国新分布记录被子植物,分别为蒙古水毛茛 [*Ranunculus mongolicus* (Krylov) Serg.] 和山地柳叶菜 (*Epilobium montanum* L.)。凭证标本保存于北京林业大学标本馆(BJFC)、中国科学院植物研究所标本馆(PE)和中国科学院昆明植物研究所标本馆(KUN)。

关键词: 阿勒泰;中国新记录;蒙古水毛茛;山地柳叶菜

中图分类号:Q949 文献标志码:A

Ranunculus mongolicus and *Epilobium montanum*: Two Newly Recorded Angiosperm Species from China

LUO Yike¹, JI Jiaxin¹, ZHAO Changli¹, SHANG Ce¹, XIE Lei^{1*}, MA Weiguo²

(1 School of Ecology and Nature Conservation, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China; 2 Altai Mt. National Forest Authority, Qinghe Branch, Altai, Xinjiang 836200, China)

Abstract: Two angiosperm species, *Ranunculus mongolicus* (Krylov) Serg. (Ranunculaceae) and *Epilobium montanum* L. (Onagraceae), are reported here as newly recorded species in China, based on extensive literature survey and comprehensive examination of plant specimens in multiple herbaria worldwide, combined with molecular phylogenetic analyses. Voucher specimens are deposited at the herbaria of Beijing Forestry University (BJFC), the Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences (PE), and the Kunming Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences (KUN).

Key words: Altai; new records of China; *Ranunculus mongolicus*; *Epilobium montanum*

新疆维吾尔自治区阿勒泰地区地处新疆北部,与俄罗斯、哈萨克斯坦、蒙古接壤。该地区地处欧亚大陆腹地的阿尔泰山脉中段南坡,纬度较高,属典型的温带大陆性寒冷气候,冬季严寒,夏季干热,湿地资源丰沛^[1],植物种类十分丰富。作者在 2022 年开展的“第三次新疆综合科学考察”过程中,采集了大量植物标本。通过研究,笔者发现了 2 个形态特殊的被子植物物种,分别隶属于毛茛科(Ranunculace-

ae)毛茛属(*Ranunculus* L.)水毛茛组(sect. *Batrachium* DC.)和柳叶菜科(Onagraceae)柳叶菜属(*Epilobium* L.)柳叶菜组(sect. *Epilobium*)。基于对国内外大量文献研究^[2-8]以及广泛检视国内外多个标本馆的植物标本,如中国科学院植物研究所标本馆(PE)、中国科学院昆明植物研究所标本馆(KUN)、中国科学院新疆生态与地理研究所植物标本馆(XJBI)、新疆师范大学生物系植物标本室

收稿日期:2022-09-06;修改稿收到日期:2023-07-03

基金项目:第三次新疆综合科学考察项目(2021xjkk0600)

作者简介:罗依可(1997—),女,博士研究生,主要从事植物分类研究。E-mail:cater1997@outlook.com

* 通信作者:谢磊,博士生导师,主要从事植物分类与系统学研究。E-mail:xielei@bjfu.edu.cn

(XJNU)、新疆大学生命科学与技术学院植物标本室(XJU),数字标本包括中国数字标本馆(www.cvh.ac.cn)、国家标本平台(<http://www.nsii.org.cn>)及国外许多标本馆的数字标本资源(如 plants.jstor.org; www.gbif.org)等;同时还针对 2 个物种利用核基因 ITS 片段和似然法(likelihood method)开展了分子系统发生分析;最终,根据形态学与分子系统学证据,这 2 个物种被确认为中国新分布植物,分别为蒙古水毛茛 [*Ranunculus mongolicus* (Krylov) Serg.] 和山地柳叶菜 (*Epilobium montanum* L.),凭证标本保存于北京林业大学标本馆(BJFC)、中国科学院植物研究所标本馆(PE)和中国科学院昆明植物研究所标本馆(KUN)。

1 材料和方法

1.1 研究材料

用于形态与分子系统学研究的蒙古水毛茛和山地柳叶菜植物材料均采自对新疆阿勒泰地区的野外调查,标本保存于北京林业大学标本馆(BJFC)、中国科学院植物研究所标本馆(PE)和中国科学院昆明植物研究所标本馆(KUN)。为验证 2 个物种的形态学鉴定,本研究采用分子系统发生学方法,获取新发现物种的 DNA 序列与已有序列进行比对并构树。由于本研究获取的毛茛属和柳叶菜属其他材料较少,笔者利用 GenBank 获取其他类群的已有序列进行分析。本研究取样策略着重选取 GenBank 中已发表的蒙古水毛茛和山地柳叶菜序列及其近缘类群的序列,并尽可能全面地选取具有代表性的类群参与分析。

1.2 研究方法

1.2.1 形态学观察

首先,对采集植物标本进行宏观形态学观察,并与已有相近物种标本进行比较;然后,利用解剖镜(Leica EZ4)与常规观察比较方法对植物标本上的营养体结构、花部特征和植株被毛开展形态学观察并与近缘物种进行比对。

1.2.2 分子系统学分析

对 2 个新发现类群的硅胶干燥叶片材料,本研究进行了 DNA 提取、DNA 文库的构建并进行了二代测序。实验方法参照我们之前多个系统发生学研究^[9-11]。由于 GenBank 中已有全叶绿体基因组数据及其他片段数据所涵盖的物种不足,本研究选取了核糖体 DNA 中的 ITS 区段进行系统发生重建。该区段为核基因组序列,比母系遗传的叶绿体基因组区段能更好地反映类群间的起源关系。该区

段曾广泛应用于植物系统发生研究,在毛茛属、柳叶菜属中均有较好的应用,可获取序列涵盖的类群较为全面,又有以往发表的蒙古水毛茛和山地柳叶菜可以进行比较。本研究分别以毛茛属、柳叶菜属已有 ITS 序列作为模板,使用二代测序的原始数据在 Geneious 软件^[12]中拼接出 ITS 区段,与下载的序列一起比对并构建系统发生树。本研究采用最大似然法(maximum likelihood, ML)构建系统发生树。首先,使用 PhyloSuite 中的 ModelFinder 查找系统进化树最适模型^[13],2 个数据集的最适模型均为 GTR + G4 + F;然后,使用 PhyloSuite 中的 IQ-Tree 进行运算,并做 5 000 个重复的自展分析(bootstrap)^[13]。

2 结果与分析

2.1 形态分析结果

根据形态学观察、文献研究与模式考证,在阿勒泰地区采集的水毛茛植物个体上部具有片状的浮水叶,植株下部具有丝状分裂的沉水叶,为典型的具二型叶植株,这一特征在中国分布的其他水毛茛组物种中并不存在。在阿勒泰采到的柳叶菜属植物标本,可以观察到叶无毛,只在叶脉和叶缘微被柔毛,卵形或宽卵状披针形,边缘有不规则锯齿,雌蕊明显四裂的柱头,茎周围被曲柔毛但无腺毛,这些特征与中国分布的其他柳叶菜属物种均有所区别。

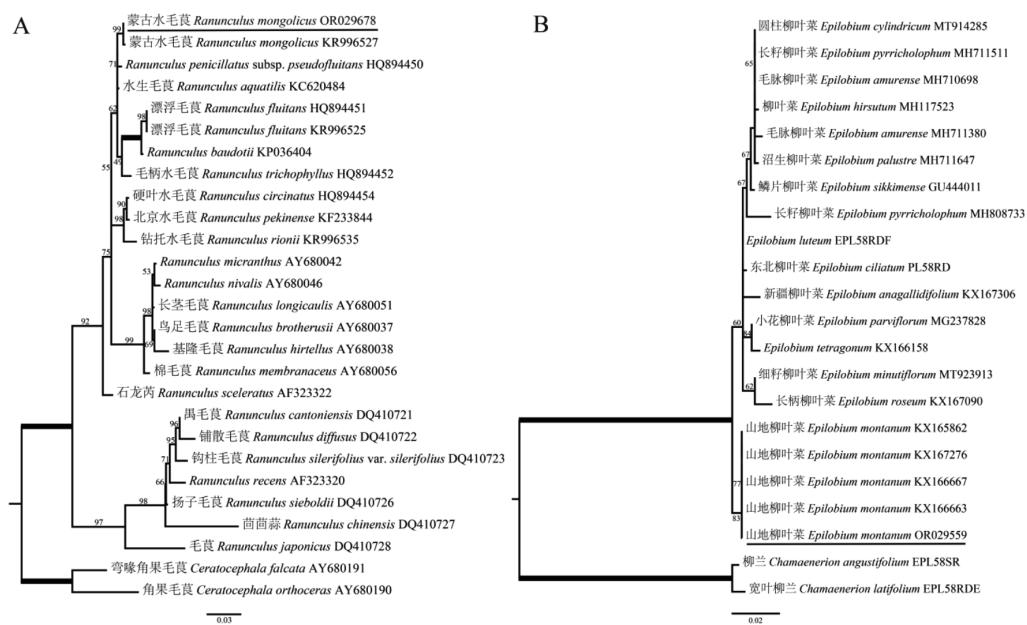
2.2 分子系统学分析结果

本研究基于 ITS 序列的系统发生分析(图 1)表明,新测水毛茛样品与 GenBank 中已有的蒙古水毛茛聚在一起,而新测的柳叶菜样品与已有的多个山地柳叶菜样品聚为一支。虽然 ITS 序列总体的系统发生分辨率有限,但是蒙古水毛茛和山地柳叶菜分支均得到了较为显著的统计学支持(蒙古水毛茛分支的自展支持率为 99,山地柳叶菜分支的自展支持率为 83)。因此,本研究分子系统学研究结果明确显示新疆阿勒泰地区采集的 2 个物种为中国新分布记录物种。

2.3 物种描述

2.3.1 蒙古水毛茛(新拟)(图 2)

Ranunculus mongolicus (Krylov) Serg. in Kryl., Fl. Zapadn. Sibiri 12(2): 3293, 1964; Wiegleb, et al. in Phytotaxa 319(1): 29, 2017. *Ranunculus aquatilis* L. subsp. *mongolicus* Krylov, Fl. Zapadn. Sibiri 5: 1180, 1931. *Batrachium mongolicum* (Krylov) V. I. Krecz., Fl. URSS 7: 271, 1937.



分支节点标注的数字为最大似然法自展支持值(bootstrap $\geq 50\%$, 5 000 次重复), 支持率为 100 的分支以粗线表示。

本研究新测序列以下划线标注。A. 蒙古水毛茛及毛茛属近缘物种的系统发生树,以角果毛茛为外类群;

B. 山地柳叶菜及柳叶菜属近缘物种的系统发生树,以柳兰为外类群。

图 1 蒙古水毛茛和山地柳叶菜及 GenBank 中同属近缘物种的 ITS 序列构建的 ML 系统发生树

The bootstrap values of Maximum Likelihood ($\geq 50\%$, 5 000 replicates) are shown at the nodes. Bold lines show the branches with 100 support value. The newly recorded species samples in this study are underlined.

A. ML tree of *Ranunculus mongolicus* and its related species; B. ML tree of *Epilobium montanum* and its related species.

Fig. 1 Maximum likelihood tree of ITS sequences of *Ranunculus mongolicus*, *Epilobium montanum* and their related species retrieved from GenBank

Type: Russia: Altai, valley of river Kalgutty, in lakes and their banks, 20 July, 1901, P. Krylov s. n. (TK-lectotype by Gureeva & Balashova, 2012^[6]).

多年生沉水草本。茎长可达 100 cm, 茎上常有毛, 茎基部节上常生出不定根, 茎中部节间长度比叶长。常具有典型的二型叶。浮水叶片状(有时不存在), 互生, 长可达 12 mm, 宽可达 15 mm, 被毛, 肾形或半圆形, 常有 3~5 个深裂片, 主裂片上常有多个次级裂片; 叶柄达 30 mm 长。沉水叶丝状分裂, 被毛, 互生, 20~40 mm 长, 轮廓扇形至近圆形, 3~5 回裂, 叶柄 10~20 mm 长, 有毛, 叶鞘有时贴于叶柄的中部以上。花梗可长达 50 mm, 稍弯曲, 无毛; 萼片 5, 2~3 mm 长, 卵状椭圆形, 绿色或有时紫色, 平展或反曲; 花瓣 5, 4~10 mm 长, 阔卵形, 白色, 近基部黄色, 每花瓣具 1 半月形蜜腺; 雄蕊 5~15 枚; 心皮离生, 10~20 枚, 1.5~2 mm 长, 卵形, 被毛; 花托近球形, 有毛。聚合果卵球形; 瘦果椭圆形。花期 6 月至 7 月。

分布: 俄罗斯, 吉尔吉斯斯坦, 阿富汗, 尼泊尔湖水中, 在中国新疆阿勒泰为中国新记录。蒙古水毛茛见于中国阿勒泰富蕴县和青河县境内。

凭证标本: 尚策、曲上、赵昌丽、郭绍宇、周可柔、

周立威, I"-4008 (BJFC, PE), 2022-07-18, 新疆阿勒泰市富蕴县扎尔塔斯萨依, 河水中, N47°38'6.13", E89°20'13.73"。尚策、曲上、赵昌丽、郭绍宇、周可柔、周立威, I"-4183 (BJFC, PE), 2022-07-24, 新疆阿勒泰市青河县科克塔勒, 河水中, N46°57'27.02", E90°15'41.12" (图 2)。尚策、曲上、赵昌丽、郭绍宇、周可柔、周立威, I"-4186 (BJFC, PE), 2022-07-24, 新疆阿勒泰市青河县科克塔勒, 河谷坡地, N46°56'42.43", E90°10'48.62"。亚吉东、张桥蓉、胡枭剑、阿热爱, 17CS16444 (KUN), 2017-07-11, 新疆阿勒泰市富蕴县库尔木图, N47°54'13.40", E89°10'23.31"。

分类学备注: 蒙古水毛茛为典型的具有二型叶的种类, 其浮水叶片状, 掌状深裂, 裂片较宽, 而沉水叶裂片丝状, 这一特征与中国分布所有水毛茛种类不同, 而与欧洲分布的水毛茛 *Ranunculus aquatilis* L. 近似。Wieglob 等^[7]在最新的世界水毛茛分类学研究中, 承认蒙古水毛茛的种级水平, 并认为形态上该物种比 *Ranunculus aquatilis* 更小, 浮水叶裂的较深, 花梗更长且被毛更密。蒙古水毛茛的模式采于俄罗斯阿尔泰山地区, 该物种的中文名称来源于拉丁学名种加词的直接翻译。



图2 蒙古水毛茛标本

Fig. 2 Picture of *R. mongolicus* specimen

2.3.2 山地柳叶菜(新拟)(图3)

Epilobium montanum L., Sp. Pl. 1: 348, 1753;

Shtenberg in Fl. URSS 15: 436, 1974. *Chamaenerion montanum* Scop., Fl. Carniol., ed. 2. 1: 270, 1771.

Type: Linn. 486. 5. (LINN-lectotype designated by Raven, 1962^[8]).

多年生草本, 茎单生, 不分枝或少分枝, 直立, 自茎基部生出莲座状芽和短的根出条, 周围密被曲柔毛, 茎高约30~100 cm, 无棱线。叶对生, 花序上的互生, 深绿色, 叶柄长1~2 mm, 卵形或宽卵状披针形, 长3~10 cm, 1.5~5 cm, 叶先端渐尖, 基部圆形或略近心形, 边缘有不规则锯齿, 近无毛, 只在叶脉和叶缘微被柔毛。花蕾卵形, 被柔毛。花单生于茎或枝上部叶腋; 萼片4, 具柔毛, 长5~6 mm, 宽1~1.5 mm; 花管长约2 mm; 花瓣4, 粉色, 长圆形至倒卵形, 先端有凹缺, 长7~10 mm, 宽约5 mm; 雄蕊8, 排成不等的2轮, 内轮4枚较短, 着生于花瓣基部, 外轮4枚较长, 着生于萼片基部; 雌蕊1, 花柱直立, 顶端深四裂(图3,A), 与外轮雄蕊近等长, 裂片初时连合, 花时开放并反卷, 内面具细乳突接受花粉; 子房4室。蒴果微被毛, 长4~8 cm, 宽1.5 mm, 熟时自顶端室背开裂为4片。种子多数, 灰色或棕色, 顶端上生1簇种缨, 表面具乳突。花期5~9月。

分布: 广布于西欧, 东欧和西西伯利亚的阴湿草地、寒温带针叶林和林缘。在中国新疆阿勒泰为中国新记录。山地柳叶菜见于中国新疆阿勒泰富蕴县境内。

凭证标本: 尚策、曲上、赵昌丽、郭绍宇、周可柔、周立威, I"-4094 (BJFC, PE), 2022-07-21, 新疆阿勒泰市富蕴县可可托海喀依尔特河, 湿地草地, N47°19'16.77", E90°1'33.84"(图3,B)。

分类学备注: 山地柳叶菜的形态特征与中国分布所有柳叶菜属种类不同。相较而言, 和锐齿柳叶菜(*Epilobium kermodei* Raven)在形态上较为相似, 区别在于, 山地柳叶菜的柱头四裂, 蒴果长4~8 cm, 而锐齿柳叶菜的柱头为头状至宽棍棒状, 蒴果长7~11 cm。该物种的中文名称来源于拉丁学名种加词的翻译。



A. 标本放大示四裂的柱头; B. 标本。

图3 山地柳叶菜的标本照片

A. Enlarged floral parts show four-lobed stigma; B. Specimen.

Fig. 3 Picture of *E. montanum*

3 讨论

本次报道的2个新记录物种, 在各自属中形态特征十分特殊, 在中国分布的同属、组的植物中均较为罕见。新疆阿勒泰地区虽有一定的调查基础, 但该地区地域广阔且地处边疆地区, 植物区系研究工作仍显薄弱, 一些见于俄罗斯的物种在新疆阿勒泰地区的分布尚未完全研究清楚。随着国家基础设施建筑的完善, 野外考察条件逐步改善, 新疆北部边疆地区的植物区系及资源调查工作应进一步加强。

毛茛属水毛茛组(*Ranunculus* sect. *Batrachium*)在中国许多著作中多作为独立的属。该群植物在中国种类不多, 绝大多数种类仅具有丝状分裂一种叶形。《中国植物志》与 *Flora of China* 中仅记载在北京附近狭域分布的北京水毛茛(*Batrachium pekinense* L. Liou)具有二型叶^[14-15]。然而, 笔者在大量野外观察、标本研究(包括模式标本: www.cvh.ac.cn/spms/detail.php?id=f3e34658)以及移栽试验中发现, 虽然北京水毛茛个体上的叶片存在一定裂片宽窄变异, 但并不属于典型的二型叶(因为根据叶片宽窄无法明确划分为2种叶形)。Wieglob等^[7]在研究模式标本后, 将北京水毛茛并入 *Ranunculus bungei* Steud. (即 *Batrachium bungei*), 他们认为 *Ranunculus bungei* 的浮水叶(lamina leaf)与沉水叶(capillary leaf)的分裂宽度存在渐变, 由宽裂逐渐变窄最终成为细裂, 是水毛茛组中一种奇特的叶形变化。而笔者在新疆阿勒泰发

现的蒙古水毛茛,则具有比较明显的二型叶,浮水叶与沉水叶形态截然不同;还在中国数字标本馆数据库中发现了亚吉东等于 2017 年在新疆富蕴县库尔木图采集的蒙古水毛茛标本(KUN 1458952, www. cvh. ac. cn/spms/detail. php? id=21db3654),该标本具有二型叶,但被错误鉴定为不具有二型叶的歧裂水毛茛(*Batrachium divaricatum* Wimm.)。因此,笔者发现中国新记录蒙古水毛茛是中国新发现的唯一具有典型二型叶的水毛茛组植物,此发现丰富了对中国植物区系和物种多样性的认识,对中国新疆植物区系性质、湿地生物多样性以及植物系统分类研究具有重要意义。

柳叶菜属(*Epilobium* L.)在中国分布的绝大多数种类柱头不分裂,呈头状至棍棒状。柱头四裂的种类在中国仅记载 4 种^[16-17],分别是柳叶菜(*Epilobium hirsutum* L.)、小花柳叶菜(*Epilobium*

parviflorum Schreber.)、南湖柳叶菜(*Epilobium nankotaizanense* Yamamoto)和长柱柳叶菜(*Epilobium blinii* Lévl.)。其中,柳叶菜和小花柳叶菜为广布物种,它们的茎周围均混生长柔毛与短腺毛。南湖柳叶菜仅分布于中国台湾,长柱柳叶菜仅分布于中国西南泥炭藓沼泽,叶边缘均仅疏生 3~7 枚小齿。此次在新疆阿勒泰采到的山地柳叶菜,柱头深四裂,但茎被短的曲柔毛,叶狭卵形至披针形,具有细密的锯齿,而与中国分布其他 4 种柱头四裂的种类不同。据《苏联植物志》中记载,山地柳叶菜分布于欧洲至西西伯利亚地区,在现今俄罗斯境内的额尔齐斯河流域有分布^[18],而额尔齐斯河起源于新疆富蕴县喀依尔特。本研究首次报道在新疆富蕴县发现山地柳叶菜的新分布记录,显示了中国新疆地区与欧洲及西西伯利亚地区在植物区系上的联系。

参考文献:

- [1] 王狄宁, 艾克拜尔·依米提, 吕海英. 新疆北部地区湿地鼓藻类植物多样性及其与环境因子的关系[J]. 西北植物学报, 2022, 42(12): 2 123-2 132.
- WANG D N, AKBAR Yimit, LÜ H Y. Diversity of desmids and its relationship with environmental factors in wetlands of northern Xinjiang [J]. *Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica*, 2022, 42(12): 2 123-2 132.
- [2] COOK C D K. A monographic study of *Ranunculus* subgenus *Batrachium* (DC.) A. Gray[J]. *Mitteilungen der Botanischen Staatssammlung München*, 1966, 6: 227-237.
- [3] WAGNER W L, HOCH P C, RAVEN P H. Revised classification of the Onagraceae [J]. *Systematic Botany Monographs*, 2007, 83: 236-240.
- [4] 刘建国. 水毛茛属[M]// 新疆植物志编辑委员会. 新疆植物志:第二卷(第一分册). 乌鲁木齐:新疆科技卫生出版社, 1994: 342-345.
- [5] 周桂玲. 柳叶菜属[M]// 新疆植物志编辑委员会. 新疆植物志:第三卷. 乌鲁木齐:新疆科学技术出版社, 2011: 458-460.
- [6] GUREEVA I I, BALASHOVA V F. Tipovye obraztsy Ranunculaceae Juss. v Gerbarii im. P. N. Krylova (TK)[Type specimens of Ranunculaceae Juss. in the Krylov Herbarium (TK)] [J]. *Sistemicheskie Zametki [Systematic Notes, Tomsk]*, 2012, 105: 32-52.
- [7] WIEGLEB G, BOBROV A A, ZALEWSKA-GALOSZ J. A taxonomic account of *Ranunculus* section *Batrachium* (Ranunculaceae)[J]. *Phytotaxa*, 2017, 319(1): 1-55.
- [8] RAVEN P H. The genus *Epilobium* in Turkey[J]. *Notes from the Royal Botanic Garden, Edinburgh*, 1962, 24: 183-203.
- [9] HE J, YAO M, LYU R D, et al. Structural variation of the complete chloroplast genome and plastid phylogenomics of the genus *Asteropyrum* (Ranunculaceae)[J]. *Scientific Reports*, 2019, 9: 1-13.
- [10] XIAO J M, LYU R D, HE J, et al. Genome-partitioning strategy, plastid and nuclear phylogenomic discordance, and its evolutionary implications of *Clematis* (Ranunculaceae) [J]. *Frontiers in Plant Science*, 2022, 13: 1 059 379.
- [11] LYU R, XIAO J, LI M, et al. Phylogeny and historical biogeography of the East Asian *Clematis* group, sect. *Tubulosae*, inferred from phylogenomic data [J]. *International Journal of Molecular Sciences*, 2023, 24(3): 3 056.
- [12] KEARSE M, MOIR R, WILSON A, et al. Geneious Basic: An integrated and extendable desktop software platform for the organization and analysis of sequence data[J]. *Bioinformatics*, 2012, 28: 1 647-1 649.
- [13] ZHANG D, GAO F, JAKOVLIC I, et al. PhyloSuite: An integrated and scalable desktop platform for streamlined molecular sequence data management and evolutionary phylogenetics studies [J]. *Molecular Ecology Resources*, 2020, 20(1): 348-355.
- [14] WANG W T, TAMURA M. *Batrachium* S. F. Gray[M]// WU Z Y, RAVEN P H, HONG D Y. *Flora of China* vol. 6. Beijing: Science Press, St. Louis: Missouri Botanical Garden Press, 2001: 431-434.
- [15] 刘亮. 水毛茛属[M]// 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志:第二十八卷. 北京:科学出版社, 1980: 339-346.
- [16] CHEN C J, HOCH P C, RAVEN P H. Systematics of *Epilobium* (Onagraceae) in China[J]. *Systematic Botany Monographs*, 1992, 34: 1-209.
- [17] CHEN C J, HOCH P C, RAVEN P H, et al. *Epilobium* L. [M]// WU Z Y, RAVEN P H, HONG D Y. *Flora of China* vol. 13. Beijing: Science Press, St. Louis: Missouri Botanical Garden Press, 2007: 411-423.
- [18] SHTEINBERG E I. *Epilobium* L. [M]// SHISHKIN B K, BOBROV E G. *Flora of U. S. S. R.* vol. 11. Moscow-Leningrad: Akademiya Nauk SSSR, 1974: 429-465.