江西农业大学学报　2025,47(4)　　http://xuebao.jxau.edu.cn
Acta Agriculturae Universitatis Jiangxiensis　　https://doi.org/10.3724/aauj.2025086

钱庆炭,江敏嘉,柯梦锜,等.印度安息香:中国安息香属一新记录[J].江西农业大学学报,2025,47(4):1004-1012.
QIAN Q T,JIANG M J,KE M Q,et al.*Styrax benzoin*,a new record of genus *Styrax* from China[J].Acta agriculturae universitatis Jiangxiensis,2025,47(4):1004-1012.

印度安息香——中国安息香属一新记录

钱庆炭[1],江敏嘉[2],柯梦锜[1],黄俞淞[3],许为斌[3],唐　明[1*]

(1.江西农业大学 保护生物学江西省重点实验室,江西 南昌 330045;2.江西省九江市林业科学研究所,江西 九江 332006;3.广西壮族自治区、中国科学院 广西植物研究所/广西喀斯特植物保育与恢复生态学重点实验室,广西 桂林 541006)

摘要:【目的】鉴定并报道中国安息香属(*Styrax* L.)的一新记录种:印度安息香(*S. benzoin* Dryand.)。为野外鉴别该种提供了形态描述,也为理解安息香属的系统发育关系及其开发与利用提供宝贵参考。【方法】通过野外考察,标本比对,文献查阅等常规方法对该种进行初步的鉴定,并通过标本获取叶片材料,经由扫描电镜观察其叶背毛被类型,从而进一步确定该种身份。最后,对该种进行叶绿体全基因组测序,并结合NCBI上已有的山茉莉属(*Huodendron* Rehder)、山矾属(*Symplocos* Jacq.)及安息香属等28条叶绿体CDS序列构建系统发育树,从分子层次对鉴定结果加以验证。【结果】印度安息香与银叶安息香(*S. argentifolius* H. L. Li)形态较为相似,均为常绿植物,叶片矩圆形,叶背均有鳞片状星状毛(该性状在安息香属中较为罕见),但不同之处在于:表观形态上,前者果实呈球形,顶端圆钝,果萼覆碗状,果梗膨大,后者果实则呈橄榄球状,顶端凸尖或偶具短喙;微观形态上,前者鳞片状星状毛为白色或棕色,其星状毛堆叠式生长,非常密集,而后者星状毛则呈银白色,其星状毛平铺式生长,较为稀疏。此外,系统发育学分析结果显示其与银叶安息香为姐妹支,且与中华安息香(*Styrax chinensis* Hu & S.Ye Liang)和栓叶安息香(*Styrax suberifolius* Hook. & Arn.)共同聚在一大支,并有较高支持度。【结论】结合形态及系统发育学证据,可确定该种为印度安息香,是中国一安息香属新纪录种。印度安息香与银叶安息香、中华安息香、栓叶安息香均为常绿组(sect. *Valvatae*)下干果系(ser. *Benzoin*)成员,为安息香属下一重要分支,它与落叶组(sect. *Styrax*)下的腋生花序系(ser. *Cyrta*)是目前我国安息香属的主要类别。不但在形态上对印度安息香和银叶安息香进行了区分,还更新了印度安息香的地理分布,同时提供了该种的野外照片和凭证标本,丰富了我国安息香属植物的多样性,为安息香属植物的分类学研究提供了重要资料。

关键词:安息香属;新记录;印度安息香;银叶安息香
中图分类号:Q949.775.5　　**文献标志码:**A　　**开放科学(资源服务)标识码(OSID):**
文章编号:1000-2286(2025)04-1004-09
CSTR:32399.14.aauj.2025086

Styrax benzoin, a new record of genus *Styrax* from China

QIAN Qingtan[1], JIANG Minjia[2], KE Mengqi[1], HUANG Yusong[3],
XU Weibin[3], TANG Ming[1*]

收稿日期:2025-01-28　　**修回日期:**2025-03-31
基金项目:国家自然科学基金项目(31960043)和国家植物标本资源库建设运行项目(E0117G1001)
Project supported by the National Natural Science Foundation of China (31960043) and the Project of National Plant Specimen Resource Center (NPSRC) (E0117G1001)
作者简介:钱庆炭,硕士生,orcid.org/0009-0001-1353-6651,2815446109@qq.com;*通信作者:唐明,副教授,博士,主要从事植物分类学、观赏植物和珍稀植物繁殖保育和资源开发利用等研究,orcid.org/0000-0001-8419-0996,tangming@jxau.edu.cn。
©《江西农业大学学报》编辑部,开放获取CC BY-NC-ND协议

(1.Jiangxi Provincial Key Laboratory of Conservation Biology, Jiangxi Agricultural University, Nanchang 330045, China; 2.Jiujiang Institute of Forestry, Jiujiang, Jiangxi 332006, China; 3.Guangxi Key Laboratory of Plant Conservation and Restoration Ecology in Karst Terrain, Guangxi Institute of Botany, Guangxi Zhuang Autonomous Region and Chinese Academy of Sciences, Guilin, Guangxi 541006, China)

Abstract: [**Objective**] This study reports a newly recorded species of *Styrax* L. in China: *Styrax benzoin* Dryand. Morphological descriptions are provided for the field identification of this species. They also offer valuable references for understanding the phylogenetic relationships of the genus Styrax, as well as its development and utilization. [**Method**] Preliminary identification was conducted through field surveys, specimen comparisons, and literature reviews. Leaf samples from vouchers were examined via scanning electron microscopy (SEM) to characterize indument types on abaxial leaves. Finally, the complete chloroplast genome sequencing of this species was carried out. Combined with 28 chloroplast CDS sequences of Huodendron Rehder, Symplocos Jacq., and Styrax (Benzoin genus) available on NCBI, a phylogenetic tree was constructed to verify the identification results at the molecular level. [**Result**] *Styrax benzoin* shares morphological similarities with *S. argentifolius* H. L. Li, including evergreen habit, oblong leaves, and rare scalelike stellate hairs on the abaxial surface. Key distinctions include: in terms of morphology, *S. benzoin* has globose fruits with obtuse apices, cupular calyx remnants, and thickened pedicels, contrasting with the ellipsoid, apiculate or short-beaked fruits of *S. argentifolius*; In terms of micro morphology, *S. benzoin* exhibits white or brown, densely stacked scalelike stellate hairs, whereas *S. argentifolius* displays silvery-white, sparsely appressed hairs. Phylogenetic analysis reveals *S. benzoin* and *S. argentifolius* form a clade with *S. chinensis* Hu & S.Ye Liang and *S. suberifolius* Hook.& Arn., supported by high bootstrap values. [**Conclusion**] Morphological and phylogenetic evidence confirms *S. benzoin* as a new Chinese record. *Styrax benzoin* and native Chinese species (*S. argentifolius*, *S. chinensis*, *S. suberifolius*) all belong to ser. *Benzoin* under sect. *Valvatae* (characterized by valvate corolla), serving as a major evergreen clade within the genus *Styrax*. This clade, along with ser. *Cyrta* under sect. *Styrax* (defined by terminal inflorescences), constitutes the primary taxonomic divisions of *Styrax*. The study distinguishes *S. benzoin* from *S. argentifolius* morphologically, updating its geographic distribution, and providing field photographs and voucher specimens. This discovery enriches Chinese *Styrax* diversity and advances taxonomic research on the genus.

Keywords: *Styrax*; new record; *Styrax benzoin*; *Styrax argentifolius*

【研究意义】安息香属隶属于安息香科,是安息香科的模式属[1]。安息香属植物具有较高的药用、观赏及经济价值[2],其化合产物安息香更是作为一种止咳化痰、消炎止痛的药物被广泛使用[3]。因此,研究安息香属植物对理解安息香科的系统演化及安息香属的开发与利用具有重大意义。【前人研究进展】安息香属植物多为小乔木或灌木,其主要鉴别特征为:单叶互生;全株常被星状毛;花冠常5深裂,覆瓦状或镊合状排列;花丝基部贴生于花冠管上;核果,果皮常三裂[4-5]。安息香属是安息香科中种类最多、分布最广的一个属,约有140种(安息香科共180余种),其中中国已记录有32种(含变种)[6-8]。安息香属植物种间性状演化较为显著,对安息香科的花粉研究[9-12]表明,安息香科的其他属很可能是安息香属的直接或间接衍生类群。

【本研究切入点】我国幅员辽阔,物种多样性丰富,这使得对安息香属植物的记录及分类研究仍有许多不足。而安息香属新纪录在我国时有发现,研究及报道这些新纪录种能很好地弥补此类不足。分类研究过程中,形态上的证据始终具有重大意义,而基于叶绿体全基因组构建系统发育树的方法也被广泛地应用于植物分类学研究中[13],因此,研究采用形态与分子相结合的方法进行新纪录的鉴定。【拟解决的关键问题】笔者于2022年在广西龙州县的野外调查过程中,发现了一种从未见过的安息香属植物,该种为乔木,常绿,叶片长椭圆形,果实球状,初步鉴定为银叶安息香(*Styrax argentifolius* H. L. Li)。进一步的研究表明,该类群较之银叶安息香其果形、果梗形态存在明显差异,此外,二者虽均在叶背面着生有鳞片

状星状毛，但鳞片状星状毛形态存在较大区别。经过查阅原始文献及研究标本，结合分子系统学研究证据，最终确认该种应为印度安息香（*S. benzoin* Dryand.）[14-21]，为中国安息香属一新记录种。该种凭证标本现存于江西农业大学树木学标本馆（JXAU）以及广西植物标本馆（IBK）。

1 材料与方法

1.1 形态学研究

鉴定材料源于野外采集的标本（BL13950，JXAU）及拍摄的照片。电镜观察材料取自印度安息香（BL13950，JXAU）和银叶安息香（zrr34，JXAU）的标本。电镜观察的步骤为：从标本上取下成熟叶片，用无水酒精拭去表面灰尘，待擦拭后取大小约为 0.5 cm×0.5 cm 的小块叶片，经金属镀膜处理后，于扫描电镜中进行拍照和研究。

1.2 系统发育学分析

1.2.1 材料与数据准备

印度安息香分子材料取自野外采集后经硅胶干燥并于-20 ℃冰箱中保存的幼嫩叶片。经查阅前人对安息香属的研究[2,21-22]，自 NCBI（https://www.ncbi.nlm.nih.gov/）上下载用于本次系统发育研究的其他安

表 1 材料来源

Tab.1 Source of materials

序号 No.	种名 Species	GenBank 登录号/标本号 GenBank accession No./Sample No.
1	银叶安息香 *Styrax argentifolius*	PQ276582.1
2	印度安息香 *Styrax benzoin*	BL13950
3	栓叶安息香 *Styrax suberifolius*	MZ285747.1
4	中华安息香 *Styrax chinensis*	NC_057967.1
5	喙果安息香 *Styrax agrestis*	MZ_285735.1
6	中越安息香 *Styrax finlaysonianus*	PQ276585.1
7	皱果安息香 *Styrax rhytidocarpus*	PQ066665.1
8	灰叶安息香 *Styrax calvescens*	MN560141.1
9	台湾安息香 *Styrax formosanus*	NC_065128.1
10	赛山梅 *Styrax confusus*	MN560142.1
11	垂珠花 *Styrax dasyanthus*	NC_050646.1
12	白花龙 *Styrax faberi*	MN335255.1
13	野茉莉 *Styrax japonicus*	NC_047429.1
14	婺源安息香 *Styrax wuyuanensis*	NC_053928.1
15	老鸹铃 *Styrax hemsleyanus*	MN733525.1
16	芬芳安息香 *Styrax odoratissimus*	MN368610.1
17	大果安息香 *Styrax macrocarpus*	NC_049107.1
18	齿叶安息香 *Styrax serrulatus*	NC_065126.1
19	玉铃花 *Styrax obassia*	MN560143.1
20	越南安息香 *Styrax tonkinensis*	NC_059761.1
21	皱叶安息香 *Styrax rugosus*	NC_065130.1
22	瓦山安息香 *Styrax perkinsiae*	MZ_285734.1
23	中缅安息香 *Styrax buchananii*	PQ276583.1
24	*Styrax ramirezii*	NC_041138.1
25	双齿山茉莉 *Huodendron biaristatum*	NC_041132.1
26	西藏山茉莉 *Huodendron tibeticum*	NC_053899.1
27	单花山矾 *Symplocos ovatilobata*	NC_036489.1
28	日本白檀 *Symplocos paniculata*	MG_719832.1

息香科植物及外类群的叶绿体核基因序列共3属27种,加上印度安息香合计28种(其中国产安息香属共23种,占中国安息香属总数的82%)。参考Song等[2]和Zheng等[22]关于安息香属的分子系统学研究结果,将山矾属 *Symplocos* Jacq. 的单花山矾 *Symplocos ovatilobata* Noot. 与日本白檀 *Symplocos paniculata* (Thunb.) Miq.作为外类群构建系统发育树。材料来源见表1。

1.2.2　序列提取及系统发育树构建

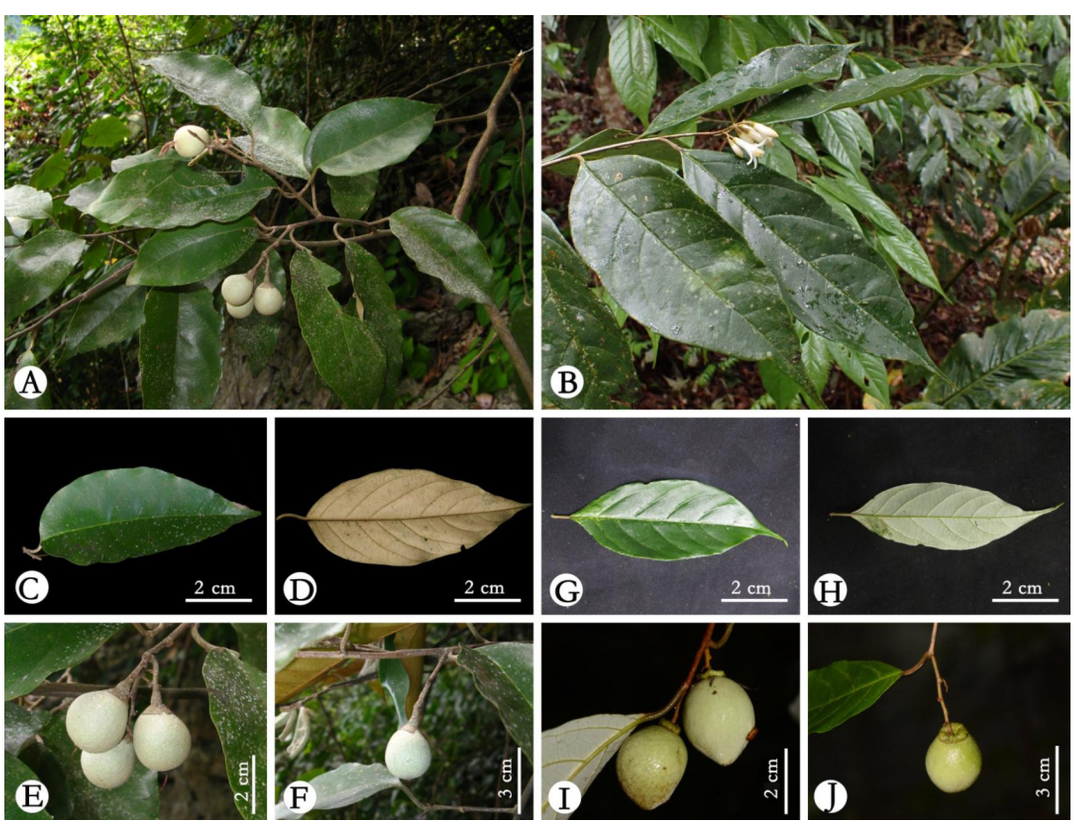
本研究采用改良CTAB法提取总DNA[23],并利用琼脂糖凝胶电泳进行质量检测。随后,将样本送至天津诺禾致源科技股份有限公司进行叶绿体全基因组测序。样本通过Illumina NovaSeq 6000高通量测序平台进行双端测序,读长为150 bp,以获得原始数据(Raw reads)。收到原始数据后,笔者使用FastQC[24]和Trimmomatic 0.39[25]软件进行质量控制,剪除多余的接头序列,从而得到高质量的清洁序列数据(Clean reads),为后续分析做准备。

进一步利用GetOrganelle V.1.7.7.1(https://github.com/Kinggerm/GetOrganelle)软件组装清洁序列的质体基因组(plastome),结果序列通过Bandage软件可视化;之后在NCBI数据库进行序列比对,获得模板序列,并将印度安息香质体基因组序列和模板序列输入到CPGAVAS2在线工具(http://47.96.249.172:16019/analyzer/annotate)进行注释,并手动修改物种相关信息,再使用Geneious Prime 2025.0.3软件手动校正;最后把注释结果输入到PhyloSuite软件进行多序列比对及系统发育树的构建。本研究采用最大似然法(maximum likelihood,ML)构建系统发育树,并通过Ultrafast Bootstrap法进行1 000次重复验证树的可靠性[25]。最终,使用Figtree V.1.4.3软件对进化树进行可视化处理。

2　结果与分析

2.1　印度安息香和银叶安息香的主要形态区别

本种与银叶安息香均为常绿乔木,叶形较为相似,均为长椭圆形,但叶片、果梗、果萼,尤其果实形态存在明显差异:首先,印度安息香叶片基部常更圆钝,顶端渐尖,而银叶安息香叶片基部常楔形,

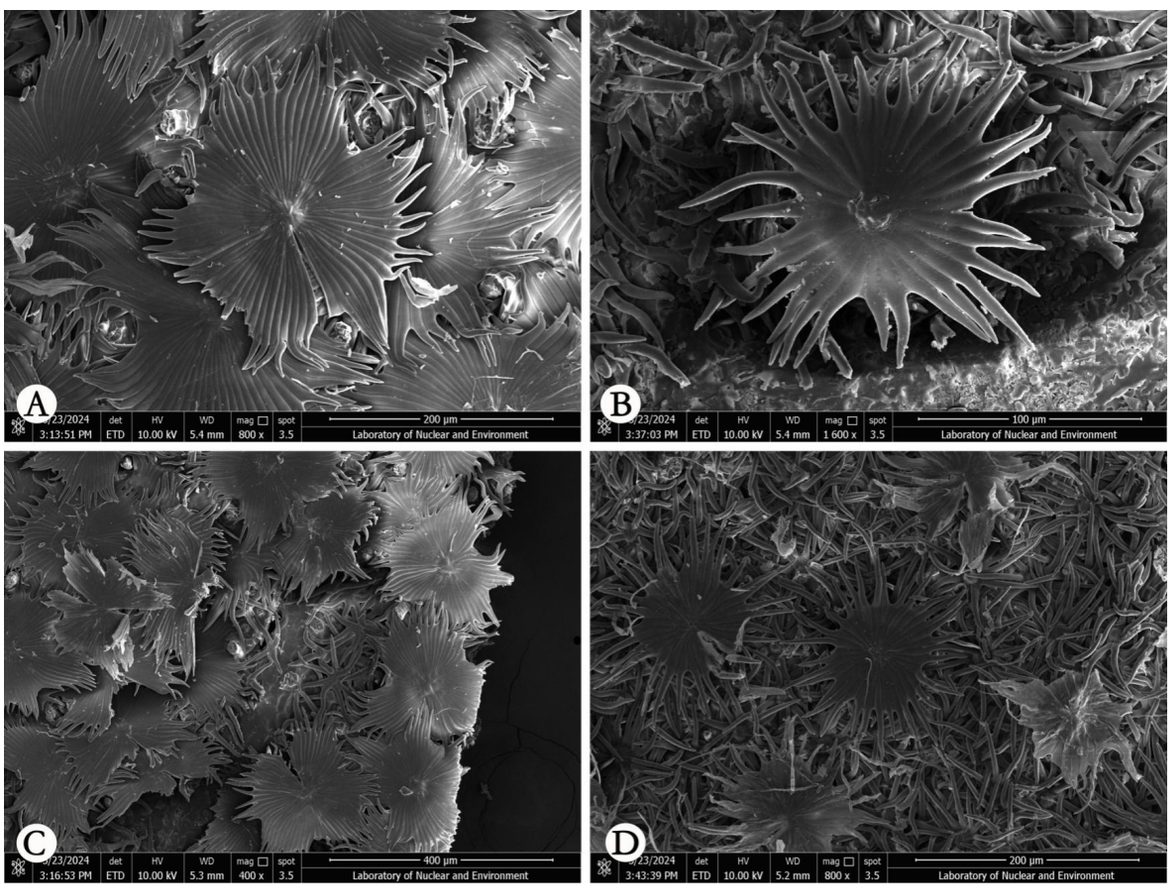


A:印度安息香;B:银叶安息香;C~F:印度安息香叶片及果实;G~J:银叶安息香叶片及果实。
A: *Styrax benzoin*; B: *S. argentifolius*; C–F: leaves and fruits of *S. benzoin*; G–J: leaves and fruits of *S. argentifolius*.

图1　印度安息香与银叶安息香比对

Fig.1　Morphological comparison between *Styrax benzoin* and *S. argentifolius*

顶端尾尖；其次，印度安息香的果梗由下往上逐渐变粗，而银叶安息香的果梗粗细均匀；再次，印度安息香的果萼浅碟状或碗状，紧包果实基部，顶部细裂成齿状，而银叶安息香的果萼顶部不裂，常膨大呈空泡状，且未紧包果实基部；最后，印度安息香的果实球状，顶端圆钝，而银叶安息香果实橄榄球状，顶端凸尖或偶具短喙（图1）。此外，叶片扫描电镜观察表明二者的毛被也有差异。虽二者均在叶背着生有鳞片状星状毛，但星状毛的颜色、密度及着生方式都不同（图2），印度安息香鳞片状星状毛呈白色或棕色，其星状毛呈堆叠式生长，非常密集，其星状毛上面分离部分不及基部愈合部分长度的1/3；银叶安息香星状毛银白色，其星状毛呈平铺式生长，较为稀疏，其星状毛上面分离部分与基部愈合部分几乎等长。



A，C：印度安息香 *S. benzoin*；B，D：银叶安息香 *S. argentifolius*

图2 印度安息香与银叶安息香的星状毛

Fig.2 The stellate hairs of *S. benzoin* and *S. argentifolius*

2.2 系统发育学结果分析

印度安息香的核基因组序列长度为158 139 bp。基于CDS序列构建的系统发育树结果显示（图3），安息香属是一个支持率较高的单系。印度安息香、银叶安息香、中华安息香（*Styrax chinensis* Hu & S. Ye Liang）和栓叶安息香（*Styrax suberifolius* Hook. & Arn.）聚在一大支，且具有较高的支持率（LP=79%），该4种均为常绿系（ser. *Benzoin*）成员。印度安息香和银叶安息香又单独成一支持率非常高的分支（LP=100%），表明两者具有更紧密的亲缘关系。

2.3 分类处理

新记录种——印度安息香（图1、图4和图5）

2.3.1 文献引证

印度安息香 *Styrax benzoin* Dryand in Philosophical Transactions of the Royal Society of London.t.12.77（2）：308.1787[14].*St. benzoë* BL.Cat.6.1823；*St. benzoin* Roxb.F1.Ind.415.1832；*Lithocarpus benzoin* Bl.ex Royle.

III.261.1839;*Plagiospermum benzoin* Pierre.F1.For 4:260.1889;Perk in Pfl.R.30:59.1907;Steenis.in Bull.J.B.B.III.12:228.1932.Steenis.in *Flora Malesiana*.1(4):50,1949;Svengsuksa et Vidal in Flore du Cambodge,du Laos,et du Viêtnam.26:145-195,1992;Ho P.H.in An illustrated flora of Vietnam.1:659,1999;Kress et al.in A Checklist of the Trees,Shrubs,Herbs,and Climbers of Myanmar.pp.378,2003;Newman et al.in A Checklist of the Vascular Plants of Lao PDR.pp.342.2007.Type:Indonesia,Sumatra,1784,*Mr. Marsden & F.R.S s.n.*(BM000641350,holotype).

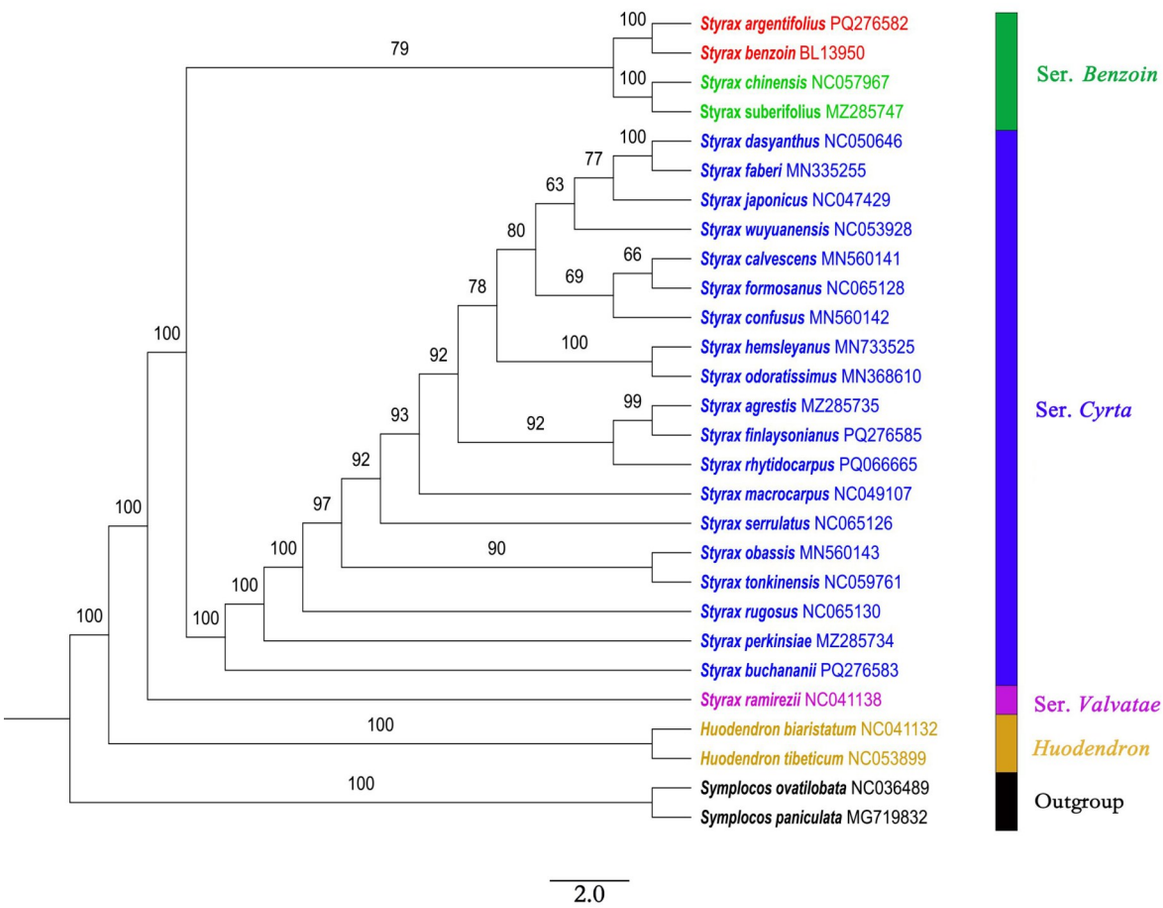


图3　基于印度安息香及其近缘种的叶绿体CDS序列构建的ML树

Fig.3　Phylogeny tree constructed based on chloroplast CDS sequence of *S. benzoin* and its related species

2.3.2　形态描述

灌木或乔木,高8~34 m。树皮褐色,光滑,嫩枝绿色,有毛,老枝渐无毛。叶互生,纸质,长椭圆形或卵状披针形,长6~13 cm,宽2.5~5 cm,先端渐尖,基部宽楔形至圆形,边近全缘,叶上面干时暗绿色,光滑无毛,叶背锈色,密被鳞片状星状毛,每边有叶脉5至7条,上面稍凹入,下面隆起,叶柄5~13 mm。圆锥花序出于叶腋;花下垂绽放,具柄4~6 mm;花冠5深裂,冠筒4~4.5 mm,裂片长圆形或长椭圆形,长9~12 mm,宽2~3.5 mm,外面被绒毛;雄蕊10;花药5~5.25 mm。果实球形,直径2~3 cm,果皮被白粉。种子1~2颗,卵状或球状,基部钝;种皮棕色,暗褐色[20]。

2.3.3　标本引证

印度安息香凭证标本:广西,龙州县,金龙乡,近梅村弄巧,石灰岩山地,石山22°29′19″N,106°42′02″E,海拔350 m,2011-07-23,许为斌,黄俞淞等,*LZ1371*(IBK,JXAU)。

2.3.4　分布

印度安息香分布较为广泛,除中国(广西)外,印度、孟加拉国、缅甸、泰国、越南、柬埔寨、老挝、印度尼西亚(苏门答腊)、菲律宾也有分布。



图4 印度安息香模式标本

Fig.4 Type of *Styrax benzoin* Dryand.



A:印度安息香凭证标本;B:银叶安息香模式标本。

A: Voucher specimen of *S. benzoin*; B: Holotype specimen of *S. argentifolius*.

图5 印度安息香和银叶安息香标本

Fig.5 Specimens of *Styrax benzoin* and *S. argentifolius*

3　讨论与结论

印度安息香与银叶安息香不仅在形态上十分相似,系统发育分析结果也表明二者有着较近的亲缘关系。同时,笔者也注意到中华安息香(*Styrax chinensis* Hu & S.Ye Liang)和栓叶安息香(*Styrax suberifolius* Hook. & Arn.)也与这二者聚为一大支,该4种均应属于Fritsch在1999[4]划分出的常绿组ser. *Valvatae*(Gurke) Perk.的干果系ser. *Benzoin*成员。张瑞[21]根据其划分依据,指出中国安息香主要包括落叶组sect. *Styrax*的腋花系ser. *Cyrta*以及常绿组sect. *Valvatae*的干果系ser. *Benzoin*,笔者的研究结果进一步验证了他的观点(图3)。

本研究基于形态学和分子系统学证据报道了印度安息香这一中国新纪录种,并提供了两者的叶表皮毛被微形态及野外图片,为两者的野外识别和今后的开发和利用提供了基础资料。印度安息香主要分布于广西龙州一处喀斯特地貌的石灰岩山地,同此前已经发表的淑美安息香(*Styrax hwangiae* M. Tang & W. B. Xu)的生境几乎一致[27]。这表明我国西南部喀斯特山地可能存在较多的安息香属特有植物,还需进行更为深入的调查和研究。

此外,安息香属植物具有很高的经济价值,其物种多样性对该属植物的利用具有重要意义。印度安息香在我国的新分布记录,扩大了该种的全球分布范围,丰富了我国安息香属植物的多样性,为我国安息香属植物的分类学研究提供了重要资料。

致谢:江西省林业局林业科技创新专项(创新专项〔2021〕22号)同时对本研究给予了资助,谨致谢意!

参考文献 References:

[1] 中国科学院中国植物志编辑委员会.中国植物志:第60卷第2分册[M].北京:科学出版社,1987:77-82.
Delectis Florae Reipublicae Popularis Sinicae, Agendae Academiae Sinicae Editta.Florae reipublicae popularis Sinicae, tomus 60(2)[M].Beijing:Science Press,1987:77-82.

[2] SONG Y,ZHAO W,XU J,et al.Chloroplast genome evolution and species identification of *Styrax* (Styracaceae)[J].Biomed research international,2022,2022(1):5364094-5364106.

[3] FAN C L,JIN H,WU L H,et al.An exploration of traditional Chinese medicinal plants with anti-inflammatory activities[J].Evidence-based complementary and alternative medicine,2017,2017(1):1231820-1231829.

[4] FRITSCH P W.Phylogeny of *Styrax* based on morphological characters,with implications for biogeography and infrageneric classification[J].Systematic botany,1999,24(3):356-378.

[5] 赵万义,刘忠成,金建华,等.中缅安息香,中国安息香科一新记录种[J].热带亚热带植物学报,2020,28(5):520-522.
ZHAO W Y,LIU Z C,JIN J H ,et al.*Styrax buchananii* W.W.sm.,a newly recorded species of styracaceae from China[J].Journal of tropical and subtropical botany,2020,28(5):520-522.

[6] HWANG S M,GRIMES J.Styracaceae[M]//WU Z Y,RAVEN P H.Flora of China.Vol.15.Beijing:Science Press;St.Louis:Missouri Botanical Garden Press,1996:253-271.

[7] 马晨晨,张瑞,唐明.广西安息香属一新记录种:皱果安息香[J].四川林业科技,2023,44(1):128-131.
MA C C,ZHANG R,TANG M.*Styrax rhytidocarpus*:a new record species of *Styrax* in Guangxi[J].Journal of Sichuan forestry science and technology,2023,44(1):128-131.

[8] RUAN Y Q,YU Y L,F Y,et al.Reinstatement of the Chinese endemic species *Styrax zhejiangensis*[J].Phytokeys,2019,133:105.

[9] 黄淑美.安息香科的系统位置及地理分布[J].热带亚热带植物学报,1994,2(4):15-30.
HWANG S M.Systematic position and geographical distribution of the Styracaceae[J].Journal of tropical and subtropical botany,1994,2(4):15-30.

[10] HUANG Y,FRITSCH P W,SHI S.A revision of the imbricate group of *Styrax* series *Cyrta* (Styracaceae) in Asia[J].Annals of the missouri botanical garden,2003,2003:491-553.

[11] 阮羽清.13种国产安息香属植物的分类学研究[D].南昌:江西农业大学,2021.
RUAN Y Q.Taxonomic studies on 13 species of Styrax in China[D].Nanchang:Jiangxi Agricultural University,2021.

[12] 梁元徽,喻诚鸿.安息香科的花粉形态研究及其在分类上的意义[J].植物分类学报,1985,23(2):81-90.

LIANG Y H, YU C H.Pollen morphology of Styracaceae and its taxonomic significance[J].Journal of systematics and evolution, 1985, 23(2): 81-90.

[13] 刘恒, 汪城坤, 冀雪楠, 等. 基于叶绿体基因片段的井冈寒竹属系统发育关系研究[J]. 江西农业大学学报, 2024, 46(4): 954-968.
LIU H, WANG C K, JI X N, et al.Phylogenetic relationships of *Gelidocalamus* Wen based on chloroplast gene segments[J]. Acta agriculturae universitatis Jiangxiensis, 2024, 46(4): 954-968.

[14] DRYAND.*Styrax benzoin*[J].Philosophical transactions of the royal society of London, 1787, 77(2): 308.

[15] PETER C W VAN, BOUAK K S, KONGKANDA C.Styracaceae[M].Flora of Thailand, Bangkok: Royal Forest Department, 2019.

[16] LI G, FRITSCH P W.A taxonomic revision of taxa in *Styrax* series *Cyrta* (Styracaceae) with valvate corollas[J].Journal of the botanical research institute of texas, 2018, 12(2): 579-641.

[17] 陈涛, 陈忠毅. 安息香科植物地理分布研究[J]. 植物研究, 1996, 16(1): 57-66.
CHEN T, CHEN Z Y.Geographic distribution of Sabin Picaceae[J].Bulletin of botanical research, 1996, 16(1): 57-66.

[18] 黄淑美. 中国安息香科的初步研究[J]. 植物分类学报, 1980, 18(2): 154-167.
HWANG S M.A preliminary study on the family Styracaceae from China[J].Journal of systematics and evolution, 1980, 18(2): 154-167.

[19] LI H L.Notes on the flora of Indo-China[J].Journal of the arnold arboretum, 1943, 24(3): 371.

[20] VAN STEENIS C G G J.Styracaceae[J].Flora Malesiana, series 1, spermatophyta, 1949, 4(2): 49-56.

[21] 张瑞. 中国安息香属的分类学研究[D]. 南昌: 江西农业大学, 2022.
ZHANG R.Taxonomic studies of *Styrax* in China[D].Nanchang: Jiangxi Agricultural University, 2021.

[22] ZHENG H Z, DAI W, XU M H, et al.Intraspecific differentiation of *Styrax japonicus* (Styracaceae) as revealed by comparative chloroplast and evolutionary analyses[J].Genes, 2024, 15(7): 940.

[23] DOYLE J J, DOYLE J L.A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue[J].Phytochemical bulletin, 1987, 19: 11-15.

[24] GUILHERME S B, ANDREW D S.Falco: high-speed FastQC emulation for quality control of sequencing data[J].F1000 research, 2019, 8: 187.

[25] BOLGER A M, LOHSE M, Usadel B.Trimmomatic: a flexible trimmer for Illumina sequence data[J].Bioinformatics, 2014, 30(15): 2114-2120.

[26] HOANG D T, CHERNOMOR O, VON H A, et al.UFBoot2: Improving the ultrafast bootstrap approximation[J].Molecular biology and evolution, 2017, 35(2): 518-522.

[27] XU W B, YANG P, HUANG Y S, et al. *Styrax hwangiae* (Styracaceae), a new species endemic to limestone areas of Guangxi, China[J].Phytotaxa, 2021, 478(1): 171-178.

（责任编辑：刘玉香）