

应用 DELTA 系统对几种球束梗孢 *Gibellula* spp. 的分类研究

陈万浩 韩燕峰 梁宗琦* 王玉荣 邹晓

(贵州大学 生命科学学院 真菌资源研究所 贵州 贵阳 550025)

摘要: 【目的】通过 DELTA 数据库及其功能扩展, 对所采集的球束梗孢标本进行分类鉴定。【方法】利用基于 30 个表型特征建立的 DELTA 数据库, 通过生成的检索表, 自然语言描述, 分类单位聚类树及交互式自动鉴定系统进行鉴定。【结果】全部标本鉴定分属为 3 个种, 它们是尾生球束梗孢(粗壮球束梗孢) *Gibellula clavulifera* var. *clavulifera* (Petch) Samson & H.C. Evans, 密球束梗孢 *G. leiopus* (Vuill. ex Maubl.) Mains 和丽球束梗孢 *G. pulchra* Cavara。【结论】基于 DELTA 系统所建立的球束梗孢属表型特征数据库及其功能扩展, 为该属后续的分类研究和系统发育重建提供了一个有价值的信息平台。

关键词: 球束梗孢, DELTA 系统, 聚类树, 交互式鉴定

Classification of *Gibellula* spp. by DELTA system

CHEN Wan-Hao HAN Yan-Feng LIANG Zong-Qi* WANG Yu-Rong ZOU Xiao
(Institute of Fungal Resource, College of Life Science, Guizhou University, Guiyang, Guizhou 550025, China)

Abstract: [Objective] To identify some specimens of *Gibellula* spp. collected in China, the DELTA expert system and its function extension were performed. [Methods] The DELTA expert system was built based on 30 characters of the genus *Gibellula*, and then, the key, natural descriptions, distance matrix, phenetic tree and interactive automatic identification were performed. [Results] All the specimens were identified as three species as follows, respectively: *Gibellula clavulifera* var. *clavulifera*, *G. leiopus* and *G. pulchra*. [Conclusion] Based on the DELTA expert system, a database of phenotype characters and its function extension could provide a valuable information platform for the taxonomic and phylogenetic study of the genus *Gibellula* in the future.

Keywords: *Gibellula*, DELTA system, Phenetic tree, Interactive identification

DELTA (Description language for taxonomy) 系统是一个利用计算机进行分类学描述的灵活而强

有力的信息处理工具。这个系统是由澳大利亚联邦科学工业研究院(CSIRO)昆虫研究所(Division of

基金项目: 国家自然科学基金项目(No. 31093440); 贵州省优秀青年科技人才培养对象专项资金项目(No. 黔科合人字(2013)05 号)

*通讯作者: ✉ zqliang2@hotmail.com

收稿日期: 2013-03-21; 接受日期: 2013-05-07; 优先数字出版日期(www.cnki.net): 2013-10-09

entomology)的Dallwitz等历经30年(1970–2000年)所建立。早在1988年,国际植物分类数据工作组(International working group on taxonomic databases for plant sciences)就把DELTA系统作为国际生物多样性信息标准(Biodiversity information standards)认定的数据交换标准。DELTA系统主要功能是对分类学的形态描述进行规范化处理,并在此基础上进行分类群的自动描述、交互式鉴定和分类信息管理等,并把这些信息处理成适用于表征分类系统和分支分类系统等分析的数据结构^[1]。

国内研究人员曾对DELTA系统基本组成和功能做过报道^[2],也有应用DELTA系统进行禾本科属志的研究,在Flora of China(中国植物志)中,部分科、属的分类处理也是应用DELTA系统完成的^[3–4];蒋舜媛^[5]用DELTA系统实现了中国野生核果类植物分类的自动化。继后,陈志辉和郭长生^[6–7]也介绍了DELTA系统在分类学上的应用,并于2002年发表了该系统用于中国台湾禾本科植物的数值分类学研究。陈翔^[8–9]对贵州省杜鹃亚属Subgenus *Rhododendron*和常绿杜鹃亚属Subgenus *Hymenanthus*也用该

系统进行了研究;同时又利用该系统对杜鹃属*Rhododendron* L.的分类进行了研究。Han等^[10–11]首次用DELTA系统对我国广义拟青霉属*Paecilomyces sensu lato*真菌进行了研究,并用DELTA系统鉴定报道了戴氏霉属*Taifanglania* Z.Q. Liang, Y.F. Han, H.L. Chu & R.T.V. Fox的2个新种^[12]。此后,应用DELTA系统对我国真菌的分类研究则未见报道。

本研究的目的是研究应用DELTA系统,建立全球球束梗孢属*Gibellula*的表型特征数据库;在此基础上,成功实现其检索表、聚类树和交互式鉴定等功能,并对全球已承认的球束梗孢种及我们新采集的标本进行分类鉴定。

1 材料与方法

1.1 材料

参与构建球束梗孢*Gibellula* DELTA数据库的标本和信息见表1,在全部15个分类单元中,国内已报道的种有7个。其中,GZUIFR-HN0801、GZUIFR-XS0805和GZUIFR-SL120905为我们新采集具有不同特征的待鉴定标本。

表1 用于构建球束梗孢属DELTA系统的物种列表
Table 1 A list of *Gibellula* Cavara for constructing DELTA database

名称 Names	参考文献 References
<i>Gibellula alata</i> Petch 1932	Petch (1932) ^[13]
<i>Gibellula brunnea</i> Samson & H.C. Evans 1992	Samson 等(1992) ^[14]
<i>Gibellula clavata</i> Samson & H.C. Evans 1992	Samson 等(1992)
<i>Gibellula clavulifera</i> (Petch) Samson & H.C. Evans 1977	Samson 等(1977) ^[15]
<i>Gibellula clavulifera</i> var. <i>alba</i> Humber & Rombach 1987	Humber 等(1987) ^[16]
<i>Gibellula clavulifera</i> var. <i>clavulifera</i> (Petch) Samson & H.C. Evans 1977	Samson 等(1977)
<i>Gibellula clavulifera</i> var. <i>major</i> Tzean, L.S. Hsieh, J.Y. Liou & W.J. Wu 1997	Tzean 等(1997) ^[17]
<i>Gibellula curvispora</i> Y.F. Han, W.H. Chen, X. Zou & Z.Q. Liang	Han 等(2013) ^[18]
<i>Gibellula dabieshanensis</i> B. Huang, M.Z. Fan & Z.Z. Li 1998	黄勃等(1998) ^[19]
<i>Gibellula dimorpha</i> Tzean, L.S. Hsieh & W.J. Wu 1998	Tzean 等(1998) ^[20]
<i>Gibellula leiopus</i> (Vuill. ex Maubl.) Mains 1950	Mains (1950) ^[21]
<i>Gibellula mirabilis</i> Samson & H.C. Evans 1992	Samson 等(1992)
<i>Gibellula mainsii</i> Samson & H.C. Evans 1992	Samson 等(1992)
<i>Gibellula pulchra</i> Cavara 1894	Mains (1950)
<i>Gibellula unica</i> L.S. Hsieh, Tzean & W.J. Wu 1997	Tzean 等(1997)
GZUIFR-HN0801	
GZUIFR-XS0805	
GZUIFR-SL120905	

1.2 方法

1.2.1 DELTA软件获取：目前在国际上采用最多的DELTA软件系统是DELTA32.exe压缩包。该文件包可从网上免费获取(<http://delta-intkey.com/>)。在Windows视窗下自动解压后，生成doc、misc和sample 3个文件夹及一些与DELTA各种功能相关的文件。这些文件夹和文件组成两大部分功能：一是生成DELTA格式分类单元的特征数据库；另一部分是扩展生成各种功能(如检索表、矩阵、自然描述语言、系统树及交互式自动鉴定系统等)的程序文件，如Key、Dist、Pclass和Intkey等。使用时，打开DELTA执行文件，并配合不同目的的指令就可完成不同功能转换。

1.2.2 DELTA分类系统数据库的构建：基于在经典分类时建立的表征Access检索数据库及参考相关文献的基础上，本研究选择了30个特征对全球已承认的15个种以及在中国西南部采集到的标本进行了研究和描述。所选的特征内容涵盖了寄主、孢梗束产生情况、分生孢子梗、瓶梗着生情况及分生孢子大小、糙梗孢式共无性型等特征。其中孢梗束的产生情况、分生孢子梗形状及分生孢子形状是区分种间关系的重要特征。

打开 DELTA 执行文件，在下拉菜单中创建新

数据库。而后应用新打开的窗口，从下拉菜单中的分类单元编辑器(Taxon editor)和特征编辑器(Character editor)输入选定的球束梗孢标本和其相关的特征和特征状态建立数据库(图 1)。

1.2.3 DELTA数据库功能扩展——I. 检索表生成：在DELTA主视窗中打开已建立的特征数据库，在新窗口中，下拉菜单选项Action sets，执行“tokey”文件(Translate into KEY format)的系列操作(图1)。最后生成“*.rtf”检索表文件。

1.2.4 DELTA数据库功能扩展——II. 自然语言描述：操作方法基本与检索表生成的方法相同，只是在选项的功能组中执行tonastr文件 (Translate into natural language)的系列操作。最后生成“*.List”和“info\implicit.rtf”两个文件。打开“implicit.rtf”文件即获得自然语言描述的分类单元文本，而后作适当文字修饰。

1.2.5 DELTA数据库功能扩展——III. 距离矩阵及聚类树构建：用DELTA主程序打开特征数据库，选择“todis”文件(Translate into Dist format)，如前述操作(图1)，最终将数据转换成“dist.lst”、“dist.dis”和“dist.nam” 3个文件。在MS-DOS平台下，执行DELTA系统中的“pclass.exe”软件，并调用已生成的“dist.dis”文件，经系列操作生成聚类树图。

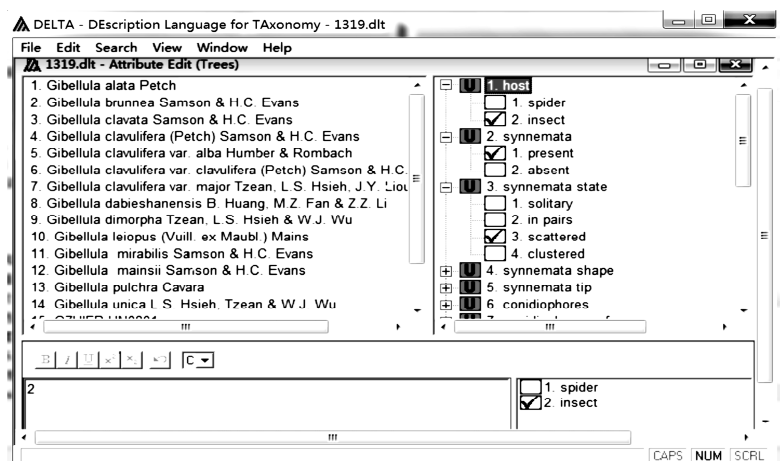


图 1 球束梗孢属 *Gibellula* Cavara 的 DELTA 数据库对话框
Figure 1 A dialog box of DELTA database for the genus *Gibellula*

2 结果与分析

2.1 球束梗孢属 *Gibellula* Cavara 表型特征的 DELTA 数据库

经 DELTA 系统软件在对输入的数据进行处理后，自动生成了球束梗孢属的表型特征列表文件 Chars，其表型特征及其性状内容如表 2 所示。

快速和程序化操作是 DELTA 系统的特点和优

点。而要发挥这些优点则与所选取的特征及其状态密切相关。只有建立完整和正确的数据库才可能实现高质量的功能扩展。在数据库构建中，特征及其状态的术语应准确、统一，这也是保证数据库质量的重要条件。DELTA 数据库对特征判断需通过状态清单实现，术语描述不统一，就会判为不同的特征，而干扰鉴定工作的准确性。在形态分类中，一

表 2 球束梗孢属 <i>Gibellula</i> 的表型特征及其状态性状 Table 2 The phenetic characters and their states of <i>Gibellula</i> Cavara	
#1. Host/ 1. spider/ 2. insect/	#14. Philiade neck/ 1. present/ 2. absent/
#2. Synnemata/ 1. present/ 2. absent/	#15. Phialide length/ μm long/
#3. Synnemata state/ 1. solitary/ 2. in pairs/ 3. scattered/ 4. clustered/	#16. Phialide width/ μm wide/
#4. Synnemata shape/ 1. clavate/ 2. cylindrical/	#17. Conidia shape predominantly/ 1. allantoida/ 2. ovoid/ 3. fusiform/ 4. ellipsoid/
#5. Synnemata tip/ 1. swollen/ 2. acuminate/	#18. Conidia surface/ 1. smooth/ 2. apiculate(occasionally)/
#6. Conidiophores/ 1. penicillate/ 2. gibelluloid/	#19. Conidia length/ μm long/
#7. Conidiophore surface/ 1. smooth/ 2. rough/	#20. Conidia width/ μm wide/
#8. The bases of conidiophore/ 1. pigmented/ 2. hyaline/	#21. Granulomanus synanamorph/ 1. present/ 2. absent/
#9. Conidiophore length/ μm long/	#22. <Granulomanus synanamorph> conidiophore surface/ 1. rough/ 2. smooth/
#10. Vesicle/ 1. present/ 2. absent or hardly developed/	#23. <Granulomanus synanamorph> conidiophores predominantly shape/ 1. irregularly shape/ 2. cylindrical/ 3. ampulliform/ 4. flask-shaped/
#11. Vesicle shape/ 1. ellipsoidal/ 2. globose/ 3. obovoid/ 4. oval/	#24. <Granulomanus synanamorph> conidiophore length/ μm long/
#12. Prophialide shape predominantly/ 1. ovoid/ 2. ellipsoidal/ 3. obovoid/ 4. clavate/ 5. cylindrical/	#25. <Granulomanus synanamorph> conidiophore width/ μm wide/ #26. <Granulomanus synanamorph> conidia shape predominantly/ 1. bacilliform/ 2. filiform/
#13. Phialide shape predominantly/ 1. clavate/ 2. cylindrical/ 3. ellipsoidal/	#27. <Granulomanus synanamorph> conidia surface/ 1. rough/ 2. smooth/
	#28. <Granulomanus synanamorph> conidia length/ μm long/
	#29. <Granulomanus synanamorph> conidia width/ μm wide/
	#30. Teleomorph/

些程度性描述的状态,如较长、近光滑、长柱状等。这类模糊的描述会使状态区分性不强,从而影响鉴定的效果,降低实用价值。所以,规范的状态描述术语是构建一个高质量数据库所必需。

2.2 DELTA 扩展形成的球束梗孢属 *Gibellula* Cavara 检索表

通过调用 DELTA 系统中 TOKEY 系列指令的执行,自动生成了如下检索表:

1. 原瓶梗大多卵形 *G. alata*
- 原瓶梗大多椭圆形 2
- 原瓶梗大多倒卵形 8
- 原瓶梗大多棒形 11
- 原瓶梗大多柱形 12
- 2(1). 分生孢子梗表面光滑 3
- 分生孢子梗表面粗糙 5
- 3(2). 瓶梗大多柱形;分生孢子大多梭形 4
- 瓶梗大多椭圆形;分生孢子大多香肠形 *G. curvispora*
- 4(3). 囊椭圆形;糙梗孢式共无性型缺失 *G. mainsii*
- 囊球形;糙梗孢式共无性型出现 *G. dabieshanensis*
- 5(2). 瓶梗大多柱形 6
- 瓶梗大多椭圆形 *G. mirabilis*
- 6(5). 分生孢子梗基部色暗,基调褐色;糙梗孢式共无性型缺失 *G. brunnea*
- 分生孢子梗基部色淡,一般透明;糙梗孢式共无性型出现 7
- 7(6). 孢梗束棒状;分生孢子梗表面光滑 *G. clavata*
- 孢梗束圆柱状;分生孢子梗表面粗糙 *G. unica*
- 8(1). 瓶梗大多棒状 9
- 瓶梗大多圆柱状 10
- 瓶梗大多椭圆形 *G. leiopus*
- 9(8). 分生孢子梗基部色暗,基调褐色;囊椭圆形 *G. pulchra*
- 分生孢子梗基部色淡,一般透明;囊球形 *G. leiopus* GZUIFR-XS0805
- 10(8)...分生孢子梗基部色暗,基调褐色;分生孢子大多椭圆形;糙梗孢式共无性型出现;孢梗束单生 *G. dimorpha*
- 分生孢子梗基部色淡,一般透明;分生孢子大多梭形;糙梗孢式共无性型缺失;孢梗束散生 *G. pulchra* GZUIFR-SL120905
- 11(1). 瓶梗具短颈;糙梗孢式共无性型缺失 *G. clavulifera* var. *clavulifera* GZUIFR-HN0801
- 瓶梗不具短颈;糙梗孢式共无性型出现 *G. clavulifera* var. *major*
- 12(1). 糙梗孢式共无性型出现;分生孢子大多梭形;孢梗束不形成 *G. clavulifera* var. *alba*
- 糙梗孢式共无性型缺失;分生孢子大多卵形;孢梗束形成 *G. clavulifera* var. *clavulifera*
- *G. clavulifera*

从检索表的内容可知,球束梗孢属的成员可主要通过经典分类鉴定中公认的鉴别特征,如孢梗束的着生方式及形状、分生孢子梗的表面、糙梗孢式共无性型的存在、瓶梗的形状、孢囊的形状及分生孢子形状等能将它们清楚地区分开。而产生检索表的速度,比手工操作大为快速和简捷,实为日常鉴定工作中的一个实用辅助工具。

DELTA 系统对在经典形态学分类中具有重要意义的特征,如瓶梗及分生孢子的量度在检索表中并不完全表现。这是由于 DELTA 系统对各状态不进行加权的结果。如要强调这些特征及其性状的作用,可调动“特征编辑器”中的属性控制予以调整^[10]。

通过检索表检索显示,我们所采集的标本与丽球束梗孢*G. pulchra*, 双型球束梗孢*G. dimorpha*和大孢球束梗孢*G. clavulifera* var. *major*具有较为相似的特征。其具体的分类,将结合聚类树图中的地

位作进一步综合分析确定。

2.3 DELTA数据库扩展形成的聚类树图

通过选用表2中的表型特征及其性状,生成了球束梗孢15个分类单元的表征聚类树图(Phenetic tree, 图2)。在图2中,球束梗孢属的分类单元可基于分生孢子梗呈类青霉的帚状或类曲霉的头状聚集成2大群。这个结果与Tzean等^[17]所描述的基本一致。

进一步的分析显示,图2可分为A、B和C 3个明显的亚群。其中A群的特征为孢梗束单生或散生,圆柱状,向上渐细,分生孢子梗头状,具顶囊,基部均有色,原瓶梗主要为倒卵形。B群的主要特征为孢梗束锥形,分生孢子梗头状,具明显顶囊,原瓶梗椭圆形,瓶梗椭圆形或圆柱形,具短颈。在B亚群下,又明显分为两个小的亚群,有无糙梗孢式共无性型则成为小亚群分群的主要依

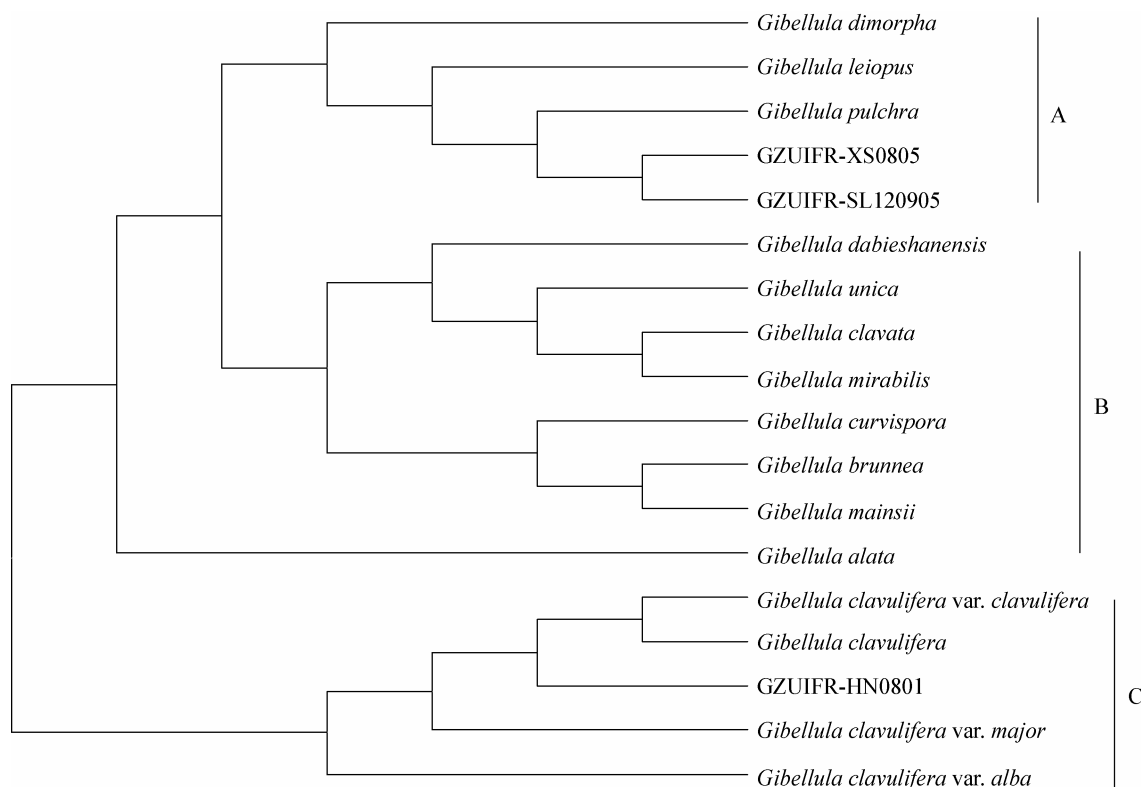


图2 15个球束梗孢分类单元表型特征的聚类树图

Figure 2 A phenetic tree generated for 15 *Gibellula* taxon by DELTA

据。C群的主要特征为孢梗束单生，锥形生或不具孢梗束；分生孢子梗帚状，表面光滑，不具顶囊或不明显。白球束梗孢 *G. alata* 为单独的一个群，其主要特征为孢梗束的末端膨大，并有一个独特的翅状结构，与其他分类单元明显不同^[13]。

表型关系揭示了明显的形态学特征和特征组合^[22]。分生孢子梗的形状、分生孢子梗末端顶囊的有无等特征，能清楚显示两个主要表征群的特征关系。同时分生孢子梗表面光滑或粗糙；糙梗孢式共无性型的有无；分生孢子梗基部是否有颜色在属下种的区分中具有重要的作用。

采集的标本 GZUIFR-SL120905，在聚类树图的 A 群中与丽球束梗孢 *G. Pulchra*，密球束梗孢 *G. leiopus* 和双型球束梗孢 *G. dimorpha* 聚在一起；这与在检索表中的地位完全一致。它应是丽球束梗孢 *G. pulchra*。标本 GZUFR-XS0805，虽在检索表中虽与双型球束梗孢关系密切，但在聚类树中显示了它与丽球束梗孢和密球束梗孢更为紧密的相关性；由于标本 GZUFR-XS0805 具有后者的短的分生孢子梗及密集着生的孢梗束等明显特征，同时也不具有双型球束梗孢的两型产孢结构，因此它应是密球束梗孢 *G. leiopus*。标本 GZUIFR-HN0801 在聚类树图的 C 群中尾生球束梗孢 *G. clavulifera* var. *clavulifera* 的相关性更大，这与它在检索表中的地位一致；结合形态学特征，此标本应是尾生球束梗孢。

2.4 DELTA 扩展生成的自然语言描述

打开自动生成的“*.Rtf”文件，即是数据库中球束梗孢分类单元的自然语言描述。下面仅示例列举模式种丽球束梗孢 *G. pulchra* Cavara 和我们通过 DELTA 扩展功能鉴定的标本 GZUIFR-HN0801、GZUIFR-XS0805 和 GZUIFR-SL120905 的描述内容。

丽球束梗孢 *Gibellula pulchra* Cavara

寄主为蜘蛛。孢梗束散生，圆柱形，渐细。分生孢子梗呈类曲霉状，表面粗糙，基部色暗，基调褐色，长150–600 μm 。囊呈椭圆形。原瓶梗大多倒卵形。瓶梗大多棒状，具短颈，长6–10 μm ，宽2–3 μm 。分生孢子大多梭形，表面光滑，长

2.5–6.4 μm ，宽1.5–2.5 μm 。不具糙梗孢式的共无性型。有性型未见。

尾生球束梗孢 *Gibellula clavulifera* var. *clavulifera* (Petch) Samson & H.C. Evans (图3)

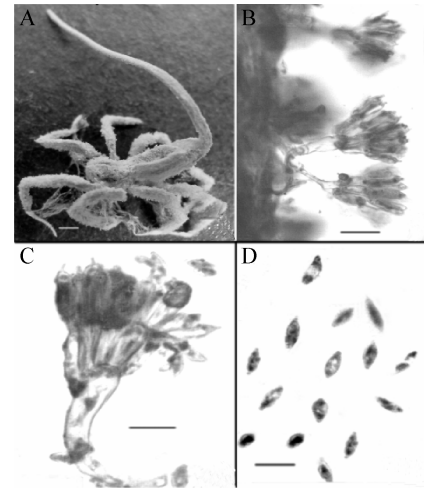


图3 尾生球束梗孢

Figure 3 *Gibellula clavulifera* var. *clavulifera* (Petch) Samson & H.C. Evans

注：A：染病的蜘蛛；B、C：帚状分生孢子梗；D：分生孢子。标尺：A=1 cm；B，C，D=10 μm 。

Note: A: Infected spider; B, C: Penicillate conidiophores; D: Spores. Bars: A=1 cm; B, C, D=10 μm .

寄主为蜘蛛。孢梗束单生，圆柱形，渐细。分生孢子梗呈类青霉状，表面光滑，基部色淡，一般透明，长45–50 μm 。囊缺失。原瓶梗棒状。瓶梗大多圆柱形，具短颈，长15–17.3 μm ，宽3.2–4.3 μm 。分生孢子大多梭形，表面光滑，长5.4–7.6 μm ，宽2.1–3.2 μm 。不具糙梗孢式的共无性型。有性型未见。

研究标本：GZUIFR-HN0801

分布：湖南省，张家界市；贵州省，贵阳市。此种是一新纪录种^[23]。

密球束梗孢 *Gibellula leiopus* (Vuill. ex Maubl.) Mains (图4)

寄主为蜘蛛。孢梗束单生，圆柱形，渐细。分生孢子梗呈类曲霉状，表面光滑，基部色淡，一般透明，长30–65 μm 。囊球形。原瓶梗大多倒卵形。瓶梗大多棒状，具短颈，长7.6–9.7 μm ，宽2.2 μm 。

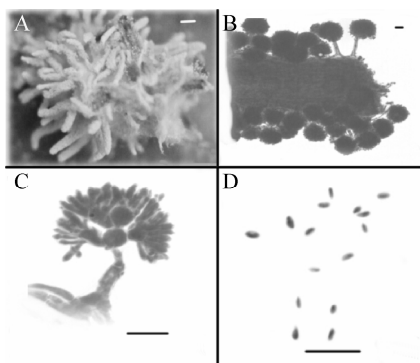


图4 密球束梗孢

Figure 4 *Gibellula leiopus* (Vuill. ex Maubl.) Mains

注: A: 染病的蜘蛛; B: 生长在孢梗束外侧的分生孢子梗; C: 分生孢子梗; D: 分生孢子. 标尺: A=200 μm ; B, C, D=10 μm .

Note: A: Infected spider; B: Conidiophores arising from the synnema; C: Conidiophores; D: Spores. Bars: A=200 μm ; B, C, D=10 μm .

分生孢子大多梭形, 表面光滑, 长 2.2–4.3 μm , 宽 1.1–2.2 μm 。不具糙梗孢式的共无性型。有性型未见。

研究标本: GZUIFR-XS0805

分布: 台湾省, 台北市^[17]; 长江以南各省^[24]。

丽球束梗孢*Gibellula pulchra* Cavara (图5)

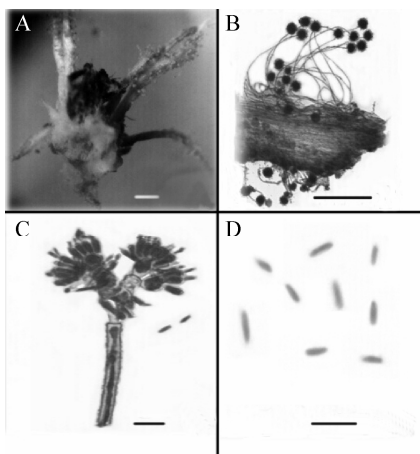


图5 丽球束梗孢

Figure 5 *Gibellula pulchra* Cavara

注: A: 染病的蜘蛛; B: 生长在孢梗束外侧菌丝上的分生孢子梗; C: 分生孢子梗; D: 分生孢子. 标尺: A, B=200 μm ; C, D=10 μm .

Note: A: Infected spider; B: Conidiophores arising from the synnema; C: conidiophores; D: Spores. Bars: A, B=200 μm ; C, D=10 μm .

寄主为蜘蛛。孢梗束散生, 圆柱形, 渐细。分生孢子梗呈类曲霉状, 表面粗糙, 基部色淡, 一般透明, 长230–375 μm 。囊球形。原瓶梗大多倒卵形。瓶梗大多圆柱形, 具短颈, 长3.2–7.6 μm , 宽2.2 μm 。分生孢子大多梭形, 表面光滑, 长5.4–6.5 μm , 宽1.1 μm 。不具糙梗孢式的共无性型。有性型未见。

研究标本: GZUIFR-SL120905

分布: 福建省, 沙县^[25]; 贵州省, 贵阳市; 广东省, 韶关市^[26]。

将上述的“自然语言描述”内容与发表的经典论文相比较发现, 通过 DELTA 系统扩展功能所获得的结果, 在特征描述的规范性和完整性方面都达到了同样的质量和水平。虽然一些文字需作适当修饰, 但它却大大节省了文字录入的时间和精力。

参 考 文 献

- [1] 张明理. DELTA 系统——值得再次推介的国际分类学描述信息处理工具[J]. 植物资源与环境学报, 2009, 18(1): 87-90.
- [2] 李健钧. 处理植物分类学描述语言的国际标准——DELTA 系统[J]. 植物分类学报, 1996, 34(4): 447-452.
- [3] 徐柱, Dallwitz MJ, Watson L. 计算机产生中英文植物分类检索表[J]. 中国草地, 1992(1): 53-57.
- [4] Xu Z, Watson L, Dallwitz MJ. Grass Genera of China: Automated Taxonomic Descriptions and Making Keys[M]. Huhhot: Nei Monggol People's Publishing House, 1997.
- [5] 蒋舜媛. 中国野生果树核果类植物计算机鉴定和自动数据库存取的研究[D]. 成都: 中国科学院成都生物研究所硕士学位论文, 1998.
- [6] 陈志辉, 郭长生. DELTA 资料库系统在分类学上之应用[J]. 中华林学季刊, 2000, 33(4): 573-583.
- [7] 陈志辉, 郭长生. 台湾省雀稗属(禾本科)植物之数量分类学研究[J]. 特有生物研究, 2002, 4(2): 41-50.
- [8] 陈翔. 贵州省杜鹃亚属和常绿杜鹃亚属的数量分类及系统学研究[D]. 贵阳: 贵州大学硕士学位论文, 2004.
- [9] 陈翔, 陈训. DELTA 系统在杜鹃属分类研究中的应用[C]. 中国植物学会七十五周年年会论文摘要汇编(1933-2008).
- [10] 韩燕峰. 中国拟青霉属的系统学及部分菌株的致病性研

- 究[D]. 贵阳: 贵州大学博士学位论文, 2007.
- [11] Han YF, Zhang YW, Liang JD, et al. Studies on the genus *Paecilomyces* in China. Application of DELTA expert system on the entomopathogenic *Paecilomyces* sensu lato[J]. Mycotaxon, 2009, 109: 75-84.
- [12] Han YF, Liang JD, Liang ZQ, et al. Two new *Taifanglania* species identified through DELTA-assisted phonetic analysis[J]. Mycotaxon, 2010, 112: 325-333.
- [13] Petch T. *Gibellula*[J]. Annales Mycologici, 1932, 30: 386-393.
- [14] Samson RA, Evans HC. New Species of *Gibellula* on Spiders (Araneida) from South America[J]. Mycologia, 1992, 84(3): 300-314.
- [15] Samson RA, Evans HC. Note on entomogenous fungi from Ghana, 4. The genera *Paecilomyces* and *Nomuraea*[J]. Proceedings of the Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen Series C-Biological and Medical Sciences, 1977, 80(2): 127-134.
- [16] Humber RA, Rombach MC. *Torrubiella ratticaudata* sp. nov. (Pyrenomycetes: Clavicipitales) and other fungi from spiders on the Solomon Islands[J]. Mycologia, 1987, 79: 375-383.
- [17] Tzean SS, Hsieh LS, Wu WJ. The genus *Gibellula* on spiders from Taiwan[J]. Mycologia, 1997, 89(2): 309-318.
- [18] Han YF, Chen WH, Zou X, et al. A new species of *Gibellula*, *G. curvispora*[J]. Mycosystema, 2013, 32(5): 777-780.
- [19] 黄勃, 丁德贵, 樊美珍, 等. 蜘蛛病原真菌一新种[J]. 菌物系统, 1998, 17(2): 109-113.
- [20] Tzean SS, Hsieh LS, Wu WJ. *Torrubiella dimorpha*, a new species of spider parasite from Taiwan[J]. Mycological Research, 1998, 102(11): 1350-1354.
- [21] Mains EB. The genus *Gibellula* on spiders in North America[J]. Mycologia, 1950, 42(2): 306-321.
- [22] 王利松. 伞形科囊瓣芹属的表型分析[J]. 云南植物研究, 2007, 29(1): 13-25.
- [23] 陈万浩, 王玉荣, 王垚, 等. 球束梗孢属中国一新纪录种[J]. 山地农业生物学报, 2012, 31(6): 474-476.
- [24] 蒲蜚龙, 李增智. 昆虫真菌学[M]. 合肥: 安徽科学技术出版社, 1996: 313.
- [25] 高日霞. 福建蜘蛛上的一种寄生真菌——撑绣球孢的记述[J]. 微生物学报, 1981, 21(3): 308-310.
- [26] 贾春生. 广东省蜘蛛病原真菌初报[J]. 蛛形学报, 2010, 19(1): 58-60.