

DOI: 10.3969/j.issn.1000-3142.2013.04.019

郭艳峰, 王英强. 后蕊苣苔属花粉形态的补充研究[J]. 广西植物, 2013, 33(4): 538-542

Guo YF, Wang YQ. Supplemental study on pollen morphology of *Opithandra* (Gesneriaceae) [J]. *Guihaia*, 2013, 33(4): 538-542

后蕊苣苔属花粉形态的补充研究

郭艳峰, 王英强

(华南师范大学 生命科学院/广东省植物发育生物工程重点实验室, 广州 510631)

摘要: 首次对后蕊苣苔属(*Opithandra*) 文采后蕊苣苔(*O. wentsaii*)、龙南后蕊苣苔(*O. burttii*) 和裂檐苣苔(*O. pumila*) 的花粉进行扫描电镜研究。结果表明: 三者花粉形状与外壁纹饰差异显著。在前人研究基础上, 综合花粉形状及外壁纹饰特征, 将后蕊苣苔属花粉分为四大类群: 第一大类群包括 *O. burttii*、*O. sinohenryi*、*O. primuloides* 和 *O. fargesii*, 该类群花粉近球形, 网状纹饰, 网脊较宽, 宽度不均匀; 第二大类群包括 *O. acaulis* 和 *O. pumila*, 该类群花粉近球形, 网状纹饰不明显, 刺密且显著; 第三大类群包括 *O. dalzielii*、*O. cinerea* 和 *O. dinghushanensis*, 该类群花粉近球形或扁球形, 网状纹饰, 网脊较窄, 宽度均匀; 第四大类群包括 *O. wentsaii* 和 *O. obtusidentata*, 该类群花粉长椭圆球形, 网状纹饰, 网脊较窄, 宽度均匀。结果与王文采对该属的分类系统不完全一致, 对该属分类提出一些建议。

关键词: 苦苣苔科; 后蕊苣苔属; 花粉形态; 系统分类

中图分类号: Q944.42 文献标识码: A 文章编号: 1000-3142(2013)04-0538-05

Supplemental study on pollen morphology of *Opithandra* (Gesneriaceae)

GUO Yan-Feng, WANG Ying-Qiang¹

(Guangdong Provincial Key Laboratory of Biotechnology for Plant Development, College of Life Sciences, South China Normal University, Guangzhou 510631, China)

Abstract: Pollen grains of *Opithandra wentsaii*, *O. burttii* and *O. pumila* were firstly examined by SEM. The pollen morphologies of them were significantly different from each other. Based on previous research, according to the pollen shape and exine ornamentation, pollen grains of this genus can be divided into 4 groups: (1) pollen is subspheroidal, wide muri and uneven width of muri including *O. burttii*, *O. sinohenryi*, *O. primuloides* and *O. fargesii*; (2) pollen is subspheroidal, obscure reticulation with distinct spinulate including *O. acaulis* and *O. pumila*; (3) pollen is subspheroidal or oblate, narrow muri and even width of muri including *O. dalzielii*, *O. cinerea* and *O. dinghushanensis*; (4) pollen is long ellipsoid, narrow muri and even width of muri including *O. wentsaii* and *O. obtusidentata*. Our result disaccords with Wang's classification system. We put forward classified advice to the genus.

Key words: Gesneriaceae; *Opithandra*; pollen morphology; taxonomy

管状花从辐射对称向两侧对称进化的过程中, 雄蕊会发生退化或消失, 一般情况下, 退化或消失的雄蕊为后方雄蕊 (Burt 1956)。然而在苦苣苔科中

盾座苣苔属 (*Epithema*)、*Sepikaea* 属、*Sarmienta* 属和后蕊苣苔属 (*Opithandra*) 的退化雄蕊为前方雄蕊, 可育雄蕊位于花的后方 (Burt 1956)。后蕊苣苔属

收稿日期: 2012-10-26 修回日期: 2013-01-16

基金项目: 教育部科学技术研究重点项目 (207084); 高等学校全国优秀博士学位论文作者专项 (2007B26)

作者简介: 郭艳峰 (1984-), 女, 山西临汾人, 博士, 从事植物繁殖生态与保育生物学研究 (E-mail) guoyanfeng1984@sina.com。

通讯作者: 王英强, 教授, 从事植物繁殖生态与进化生物学研究 (E-mail) wangyq@senu.edu.cn。

是苦苣苔亚科长蒴苣苔族中唯一 2 枚可育雄蕊位于花后方的属, 在苦苣苔科的系统发育中具有非常重要的地位。

后蕊苣苔属 (*Opithandra* Burt) 包括 11 个种, 除后蕊苣苔分布在日本外, 其它种均为我国特有, 主要分布于广东、广西、福建南部、江西南部、湖南、贵州东部及重庆东部(李振宇等 2005)。该属的系统发育一直存在争议。Burt(1958) 根据叶柄及叶面毛被、花冠形状等特征, 认为龙南后蕊苣苔 (*O. burttii*) 和毡毛后蕊苣苔 (*O. sinohenryi*) 因叶柄被绵毛, 叶下面或至少在脉上密被绵毛而具较近的亲源关系, 后蕊苣苔 (*O. primuloides*) 和汕头后蕊苣苔 (*O. dalzielii*) 二者的叶柄及叶两面被柔毛、叶平, 故而亲源关系较近。王文采(1987, 1992) 的分类系统则侧重于生殖器官, 根据花冠、雄蕊、雌蕊的外部形态特征及数目, 将后蕊苣苔属 10 种分为 5 组。其中后蕊苣苔、龙南后蕊苣苔和毡毛后蕊苣苔为后蕊苣苔组; 汕头后蕊苣苔、鼎湖后蕊苣苔 (*O. dinghushanensis*)、灰叶后蕊苣苔 (*O. cinerea*) 和钝齿后蕊苣苔 (*O. obtusidentata*) 为汕头后蕊苣苔组; 小花后蕊苣苔 (*O. acaulis*)、皱叶后蕊苣苔 (*O. fargesii*) 和裂檐苣苔 (*O. pumila*) 各自成一组。Li (2003) 将新发现的文采后蕊苣苔 (*O. wentsaii*) 归到汕头后蕊苣苔组。Möller *et al.* (2011a) 利用分子标记 ITS 和 *trnL-F* 对长蒴苣苔族系统发育研究结果显示后蕊苣苔和小花后蕊苣苔亲缘关系近, 另对苦苣苔亚科 10 属的研究结果则显示龙南后蕊苣苔和汕头后蕊苣苔亲缘关系近, 小花后蕊苣苔和鼎湖后蕊苣苔亲缘关系近 (Möller *et al.*, 2011b)。由于不同的研究人员对性状 (或 DNA 片段) 选取的侧重点或数量不同, 都可能导致对该属系统发育的不同推论。至此, 后蕊苣苔属的系统发育仍没有统一定论。

花粉形态结构相对稳定, 具种属特异性, 可为被子植物的起源、系统演化及分类等提供重要依据 (王开发, 1983)。席以珍 (1987) 对后蕊苣苔属 (8 种) 花粉形态进行扫描电镜研究, 将后蕊苣苔属花粉分为三大类群, 结果与王文采 (1987) 的分类系统基本一致。然而席以珍 (1987) 的研究中没有包括文采后蕊苣苔、龙南后蕊苣苔和裂檐苣苔, 同时其研究没有描述鼎湖后蕊苣苔的花粉形状, 且钝齿后蕊苣苔的花粉形状与我们的观察结果不一致。本文首次对后蕊苣苔属的文采后蕊苣苔、龙南后蕊苣苔和

裂檐苣苔的花粉进行电镜扫描和分析, 完善了该属孢粉学研究, 并在前人研究的基础上, 综合花粉形状和网脊特点, 对整个属的花粉形态进行分类, 为该属的系统发育和分类研究提供新资料和证据。

1 材料和方法

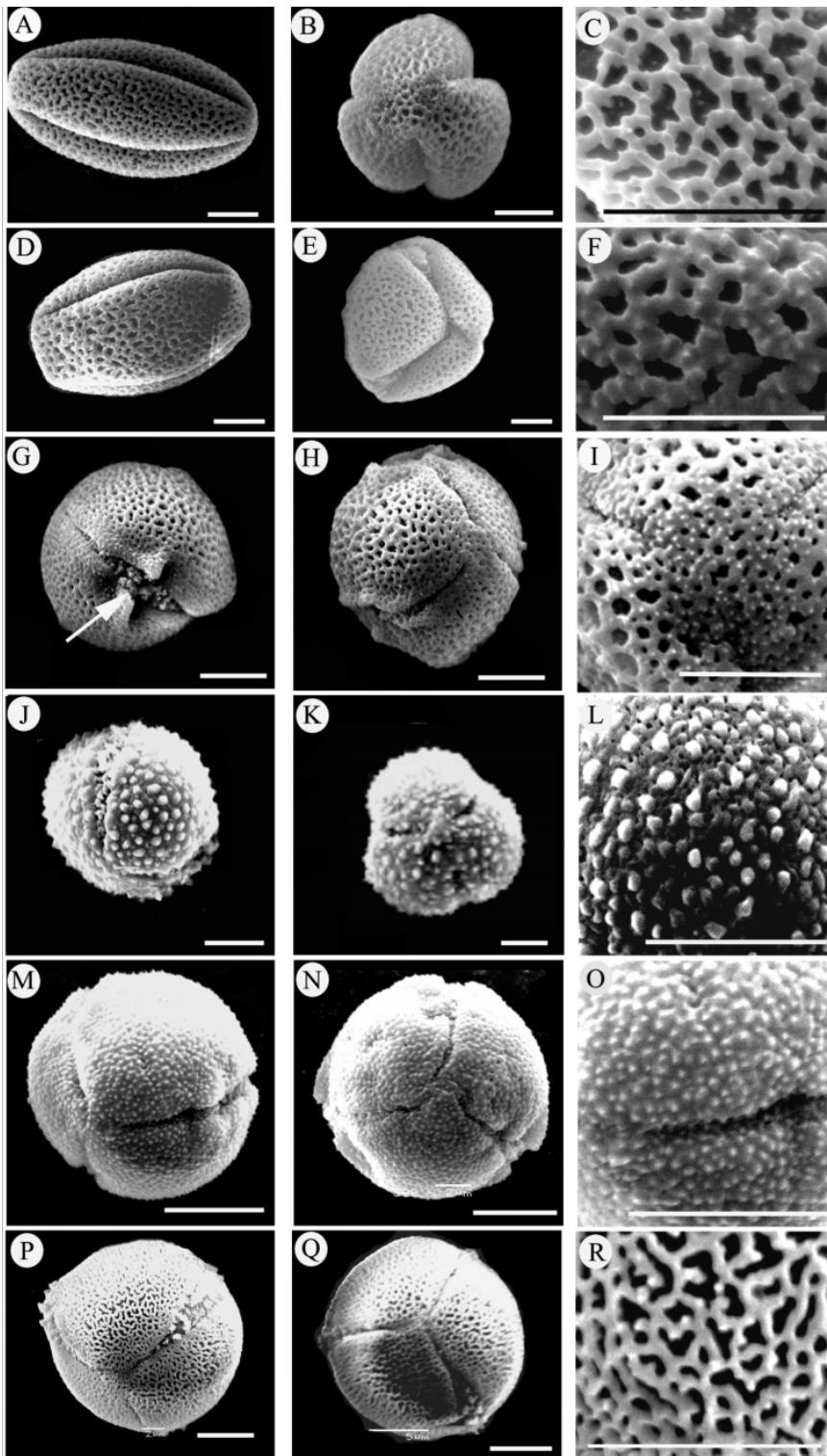
本研究使用的后蕊苣苔属花粉材料采自广东、广西、湖南及贵州的新鲜花, 详细资料见表 1。花粉电镜扫描材料的主要处理方法是剪下雄蕊, 在解剖镜下用牙签将花粉粘在黑色双面胶上, 尽可能使花粉均匀地散在上面, 以利于观察。通过真空镀膜仪喷金, 然后用 HITA-CHI S-800 扫描电镜扫描观察, 照相加速电压为 30 KV。每种随机选择 21 粒花粉进行测量。

表 1 研究材料及凭证标本
Table 1 Materials and voucher specimens

种 Species	产地 Location	凭证标本 Voucher
文采后蕊苣苔 <i>Opithandra wentsaii</i>	贵州台江	郭艳峰 847
钝齿后蕊苣苔 <i>O. obtusidentata</i>	湖南洪江	郭艳峰 846
龙南后蕊苣苔 <i>O. burttii</i>	广东翁源	郭艳峰 852
裂檐苣苔 <i>O. pumila</i>	广西小明山	郭艳峰 851
小花后蕊苣苔 <i>O. acaulis</i>	广东龙门	郭艳峰 001
鼎湖后蕊苣苔 <i>O. dinghushanensis</i>	广东鼎湖山	郭艳峰 853

2 研究结果

花粉扫描结果 (表 2) 表明后蕊苣苔属植物的花粉形态差异较大: 文采后蕊苣苔花粉粒为长椭圆球形 (图版 I: A), 极面观三裂圆形 (图版 I: B), (24.10 ~ 28.00) 25.31 μm × 14.17 (13.10 ~ 14.60) μm , 具三拟孔沟, 网状纹饰, 网脊较窄, 粗细均匀, 网眼形状不规则, 网眼大小不均匀, 具明显的小突起 (图版 I: C)。钝齿后蕊苣苔花粉粒为长椭圆球形 (图版 I: D), 极面观三裂圆形 (图版 I: E) (席以珍 (1987) 研究结果为近扁球形, 极面观钝三角形), (19.30 ~ 23.60) 21.00 μm × 14.47 (12.80 ~ 15.70) μm , 具三拟孔沟, 网状纹饰, 网脊较窄, 粗细均匀, 网眼形状不规则, 网眼大小不均匀, 具明显的小突起 (图版 I: F)。龙南后蕊苣苔花粉粒为近球形 (图版 I: G), 极面观三裂圆形 (图版 I: H), 赤道直径为 16.18 (14.80 ~ 16.10) μm , 具三拟孔沟, 孔沟不明显, 孔沟中间有凹槽 (图版 I: G 箭头所指), 网状纹



图版 I 后蕊苣苔属 6 种花粉形态 A-C. 文采后蕊苣苔; D-F. 钝齿后蕊苣苔; G-I. 龙南后蕊苣苔; J-L. 裂檐苣苔; M-O. 小花后蕊苣苔; P-R. 鼎湖后蕊苣苔; A、D、G、J、M、P. 花粉赤道面观(整体); B、E、H、K、N、Q. 花粉极面观; C、F、I、L、O、R. 花粉局部放大。标尺=5 μm。

Plate I Pollen morphology of 6 species in *Opithandra* A-C. *Opithandra wentsaii*; D-F. *O. obtusidentata*; G-I. *O. burttii*; J-L. *O. pumila*; M-O. *O. acaulis*; P-R. *O. dinghushanensis*. A D G J M P. Pollen equatorial view; B E H K N Q. Pollen polar view; C F I L O R. Enlarged view. Scale bars=5 μm.

饰,网脊较宽,宽度不均匀,网眼形状不规则,网眼之间距离不等,网脊表面具密的小刺(图版I: I),网脊

拱圆。裂檐苣苔花粉粒近球形(图版I: J)极面观三裂圆形(图版I: K)赤道直径为15.47(14.30~

表 2 后蕊苣苔属 6 种花粉形态特征
Table 2 Pollen morphology of 6 species in *Opithandra*

种 Species	花粉形状 Pollen shape	花粉大小(直径) Pollen size (μm)	极面观 Polar view	外壁纹饰 Exine sculpture
文采后蕊苣苔 <i>Opithandra wentsaii</i>	长椭圆球形	25.31×14.17	三裂圆形	网状纹饰,网脊较窄,网脊粗细均匀,网眼形状不规则,网眼大小不均匀,具明显突起
钝齿后蕊苣苔 <i>O. obtusidentata</i>	长椭圆球形	21.00×14.47	三裂圆形	
龙南后蕊苣苔 <i>O. burttii</i>	近球形	16.18	三裂圆形	网状纹饰,网脊较宽,宽度不均匀,网眼形状不规则,网眼之间距离不等,网脊表面具密的小刺
裂檐苣苔 <i>O. pumila</i>	近球形	15.47	三裂圆形	网状纹饰不明显,刺特别突出
小花后蕊苣苔 <i>O. acaulis</i>	近球形	11.67	三裂圆形	
鼎湖后蕊苣苔 <i>O. dinghushanensis</i>	近球形	17.46	三裂圆形	网状纹饰,网脊较窄,网脊粗细均匀,网眼形状不规则,网眼大小不均匀,具明显突起

19.20) μm,具三拟孔沟,网状纹饰不明显,刺特别显著(图版I: L)。小花后蕊苣苔 B. L. Burt) 花粉粒近球形(图版I: M) 极面观三裂圆形(图版I: N) 赤道直径为 11.67(10.50 ~ 12.90) μm,具三拟孔沟,网状纹饰不明显,刺特别显著(图版I: O)。鼎湖后蕊苣苔花粉粒近球形(图版I: P) 极面观三裂圆形(图版I: Q) (席以珍(1987) 研究中极面观为钝三角形),赤道直径为 17.46(15.50 ~ 19.50) μm,具三拟孔沟,网状纹饰,网脊较窄,粗细均匀,网眼形状不规则,网眼大小不均匀,具明显的小突起(图版I: R)。

3 结论与讨论

席以珍(1987) 根据花粉网脊的特点,将后蕊苣苔属(8种) 花粉分为3大类群: 1. 网脊较宽,宽度不均匀,网脊光滑,网眼形状为圆形或不规则,网眼之间的距离不均匀,具这种纹饰的植物有毡毛后蕊苣苔、后蕊苣苔和皱叶后蕊苣苔; 2. 网脊较窄,宽度均匀,呈条带状,多数种类花粉网脊上具小刺,个别种网脊光滑,网眼之间的距离相等,这一类群包括汕头后蕊苣苔、鼎湖后蕊苣苔、钝齿后蕊苣苔和灰叶后蕊苣苔; 3. 网状纹饰不明显,小刺突出,只有小花后蕊苣苔这一种。我们的结果表明,龙南后蕊苣苔的花粉形态与第一类群植物相似。其中龙南后蕊苣苔、毡毛后蕊苣苔和皱叶后蕊苣苔的花粉具三拟孔沟,后蕊苣苔的花粉具四拟孔沟(席以珍,1987),表明前3者亲缘关系更近; 花粉具刺是进化的特征(席以珍,1987),龙南后蕊苣苔的花粉具密的小刺,毡毛后蕊苣苔和皱叶后蕊苣苔的花粉网脊光滑(席以珍,1987),表明龙南后蕊苣苔的花粉较毡毛后蕊苣苔和皱叶后蕊苣苔的花粉进化。裂檐苣苔的花粉

形态与第三类群植物相似,可以归入该类群。文采后蕊苣苔的花粉外壁纹饰与第二类群相似,然而在前人研究的基础上,结合我们的结果发现: 鼎湖后蕊苣苔、汕头后蕊苣苔和灰叶后蕊苣苔的花粉近球形或扁球形(席以珍,1987),文采后蕊苣苔和钝齿后蕊苣苔的花粉为长椭圆球形。鉴于花粉形状对系统分类的重要性(胡嘉琪等,2005; 冯立国等,2007; 吴祝华等,2007) 我们认为席以珍(1987) 划分的第二类群仍可细分为两个类群: 花粉近球形或扁球形的类群: 包括汕头后蕊苣苔、鼎湖后蕊苣苔和灰叶后蕊苣苔; 花粉长椭圆球形的类群: 包括钝齿后蕊苣苔和文采后蕊苣苔。我们分子标记的结果(胡广勇等,未发表) 也显示钝齿后蕊苣苔和文采后蕊苣苔成一支,鼎湖后蕊苣苔和汕头后蕊苣苔成一支。因此,根据花粉形状,花粉网脊宽窄、均匀程度及光滑与否,我们将后蕊苣苔属花粉分为四大类群(表3)。

王文采(1987,1992) 根据花冠、雄蕊、雌蕊、叶片和叶脉特征及数目,将后蕊苣苔属分为5组(表3)。与植物其他器官相比,花粉在花粉囊内生长和发育,不易受外部自然环境影响,稳定且保守性强,能更客观地反映种间亲缘和进化关系(吴祝华等,2007)。我们的结果显示龙南后蕊苣苔、毡毛后蕊苣苔和皱叶后蕊苣苔的花粉形态较后蕊苣苔更相似,不支持王文采(1987) 分类系统中皱叶后蕊苣苔单为一组,认为皱叶后蕊苣苔组和后蕊苣苔组应为同一类群(表3)。裂檐苣苔和小花后蕊苣苔的花粉形态极为相似,不支持王文采(1987,1992) 分类系统中将小花后蕊苣苔和裂檐苣苔各作组处理,二者应为同一类群(表3)。王文采(1987) 分类系统将汕头后蕊苣苔、鼎湖后蕊苣苔、灰叶后蕊苣苔、钝齿后蕊苣苔和文采后蕊苣苔归为汕头后蕊苣苔组的主要依据是:

表 3 后蕊苣苔属植物分类系统与花粉形态分类比较
Table 3 Plant groups and pollen morphology groups of *Opithandra*

植物分类 Plant group	种 Species	花粉形态类群 Group of pollen morphology
后蕊苣苔组 sect. <i>Opithandra</i>	后蕊苣苔 <i>Opithandra primuloides</i> 毡毛后蕊苣苔 <i>O. sinohenryi</i> 龙南后蕊苣苔 <i>O. burttii</i>	第一大类群
皱叶后蕊苣苔组 sect. <i>Stenosiphon</i>	皱叶后蕊苣苔 <i>O. fargesii</i>	
小花后蕊苣苔组 sect. <i>Microstigma</i>	小花后蕊苣苔 <i>O. acaulis</i>	第二大类群
裂檐苣苔组 sect. <i>Schistolobos</i>	裂檐苣苔 <i>O. pumila</i>	
汕头后蕊苣苔组 sect. <i>Briggsioides</i>	汕头后蕊苣苔 <i>O. dalzielii</i> 鼎湖后蕊苣苔 <i>O. dinghushanensis</i> 灰叶后蕊苣苔 <i>O. cinerea</i> 钝齿后蕊苣苔 <i>O. obtusidentata</i> 文采后蕊苣苔 <i>O. wentsaii</i>	第三大类群 第四大类群

花药均圆卵形,顶端连着,裂缝弧状弯曲。尽管 5 种具相似的雄蕊类型,但它们的花粉形状发生了分化:汕头后蕊苣苔、鼎湖后蕊苣苔和灰叶后蕊苣苔的花粉近球形或扁球形,钝齿后蕊苣苔和文采后蕊苣苔的花粉长椭圆球形。因此我们认为王文采(1987)分类系统中汕头后蕊苣苔组仍可细分为 2 类(表 3):汕头后蕊苣苔、鼎湖后蕊苣苔和灰叶后蕊苣苔为同一类群;钝齿后蕊苣苔和文采后蕊苣苔为同一类群。本研究的结果也表明,花粉粒形状和外壁纹饰能反映后蕊苣苔属植物组间的差异,能够为后蕊苣苔属的系统发育提供重要证据。

致谢 黄向荣、王君等同学在采样过程中的帮助和鼓励。感谢华南植物园胡晓颖老师在样品处理及技术方面的支持,在此谨致谢意!

参考文献:

王开发. 1983. 孢粉学概论[M]. 北京: 北京大学出版社: 1-25
李振宇, 王印政. 2005. 中国苦苣苔科植物[M]. 郑州: 河南科学技术出版社: 113-118
Burt BL. 1956. An independent genus for *Oreocharis primuloides* [J]. *Baileya* 4(4): 160-162
Burt BL. 1958. Studies in the Gesneriaceae of the old world. XII. *Opithandra*: a genus with sterile antecous stamens [J]. *Not Bot Gard Edinb* 22(4): 301-303
Feng LG (冯立国), Shao DW (邵大伟), Sheng LX (生利霞), et al. 2007. Pollen morphology of wild *Rosa rugosa* and discussion on its origin and evolution(野生玫瑰的花粉形态及其起源与演化的探讨) [J]. *Sci Silv Sin*(林业科学) 43(12): 76-80
Hu CC(胡嘉琪), Tsui HP(崔鸿宾), Zhang YL(张玉龙). 2005. Pollen morphology of the tribe Ruellieae (Acanthaceae) from China(国产爵床科芦荟花族植物的花粉形态) [J]. *Acta Phytot Sin*(植物分类学报) 43(2): 123-150
Li ZY. 2003. A new species of *Opithandra* (Gesneriaceae) from Guizhou, China [J]. *Bot Bull Acad Sin* 44: 73-75
Möller M, Forrest A, Wei YG, et al. 2011a. A molecular phylogenetic assessment of the advanced Asiatic and Malesian didymocarpoid Gesneriaceae with focus on non-monophyletic and monotypic genera [J]. *Plant Syst Evol* 292: 223-248
Möller M, Middleton D, Nishii K, et al. 2011b. A new delineation for *Oreocharis* incorporating an additional ten genera of Chinese Gesneriaceae [J]. *Phytotax* 23: 1-36
Wang WT(王文采). 1987. Classification specierum *Opithandra* (Gesneriaceae) (后蕊苣苔属分类) [J]. *Bull Bot Res*(植物研究) 7(2): 1-16
Wang WT(王文采). 1992. Notulae de Gesneriaceis sinensibus (X) (中国苦苣苔科的研究(十)) [J]. *Guihaia*(广西植物), 12(4): 289-330
Wu ZH(吴祝华), Shi JS(施季森), Xi ML(席梦利), et al. 2007. Pollen characteristics and relationships of 12 species and 6 cultivars of *Lilium* (百合种质资源花粉形态及亲缘关系研究) [J]. *J Zhejiang Fore Coll* (浙江林学院学报) 24(4): 406-412
Xi YZ(席以珍). 1987. Pollen morphology of *Opithandra* Burt (Gesneriaceae) (后蕊苣苔属的花粉形态) [J]. *Bull Bot Res* (植物研究) 7(2): 17-23

(上接第 563 页 Continue from page 563)

cloning of phospholipase D gene from *Agropyron cristatum* (L) Gaertn and its bioinformatic analysis(扁穗冰草 PLD 基因 cDNA 序列克隆及生物信息学分析) [J]. *J Zhejiang Univ: Sci Edit* (浙江大学学报·理学版) 37(6): 691-699
Song JH(宋江华), Zhang LX(张立新). 2009. Progress on the transmembrane protein in plants(植物跨膜蛋白研究进展) [J]. *J Biol* (生物学杂志) 26(6): 62-64
Wang LX(王临旭). 2002. A new generation of anti-HIV plant protein-MAP30(新一代抗 HIV 植物蛋白-MAP30) [J]. *Infect Dis Inf* (传染病信息) 15(1): 13-15
Wang XM. 2005. Regulatory functions of phospholipase D and

phosphatidic acid in plant growth, development, and stress responses [J]. *Plant Physiol* 139(2): 566-573
Xu QH(徐庆华), Hu BZ(胡宝忠). 2011. Nucleotide and protein sequences analysis of csCCD7 in *Cucumis sativus* L(黄瓜 CsCCD7 基因的核酸和蛋白质序列分析) [J]. *Chin Agric Sci Bull* (中国农学通报) 27(8): 172-180
Zhu YJ(朱玉娟), Lü ZB(吕正兵), Chen Q, et al. 2009. Expression and subcellular localization of bombyx mori secreted protein acidic and rich in cysteine gene(家蚕富含半胱氨酸的酸性分泌蛋白基因 BmSPARC 的表达及亚细胞定位) [J]. *Acta Sericol Sin* (蚕业科学) 35(2): 225-263