

# 国产大苞姜属和苞叶姜属种子解剖学特征及其系统学意义\*

廖景平 吴七根

(中国科学院华南植物研究所, 广州五山 510650)

**摘要** 黄花大苞姜和苞叶姜分别是大苞姜属和苞叶姜属在中国分布的唯一代表。黄花大苞姜种子椭圆形, 具表皮毛, 无假种皮; 苞叶姜种子卵圆形, 无毛, 假种皮盘状。二者的种子均包含种皮、外胚乳、内胚乳与胚四部分。种皮均可分为外种皮、中种皮与内种皮, 且中种皮包括下皮层、半透明细胞层与色素层。合点区内种皮均出现缺口, 缺口间充满合点区色素细胞群。苞叶姜种皮有7~9层细胞, 其中色素层3~5层细胞, 而黄花大苞姜仅有5层, 各部分均只有1层细胞, 是迄今研究过的姜科植物中种皮细胞层数最少的。在珠孔区, 苞叶姜具明显的柄状结构, 并有珠孔领和孔盖的分化; 而黄花大苞姜柄状结构短, 且不明显, 无珠孔领。因此, 种子解剖学支持将苞叶姜从大苞姜属分出并提升为属。同时, 根据姜目较原始类群的种子没有珠孔领分化, 推测黄花大苞姜可能保留了姜科某些较原始的特征。

**关键词** 黄花大苞姜; 苞叶姜; 种子解剖学; 系统学意义

## SEED ANATOMY OF THE GENERA CAULOKAEMPFERIA AND PYRGOPHYLLUM IN CHINA AND ITS SYSTEMATIC SIGNIFICANCE

Liao Jingping Wu Qigen

(South China Institute of Botany, Academia Sinica, Guangzhou 510650)

**Abstract** *Caulokaempferia coenobialis* and *Pyrgophyllum yunnanensis* are the only species of *Caulokaempferia* and *Pyrgophyllum* distributed in China.

The seeds of *C. coenobialis* are with epidermal hairs, without aril and of elliptic shape but those of *P. yunnanensis* are without hair, with disc-like aril and ovate shape. Except aril mentioned above, each seed of these two species comprises seed coat, perisperm, endosperm and embryo. The seed coat can be divided into exotesta, mesotesta and endotesta. Exotesta contains only one layer of epidermal cells. The mesotesta consists of hypodermis(with 1 layer of cells), translucent cell

1995-07-24 收稿

第一作者简介: 廖景平, 男, 1964年出生, 硕士, 助理研究员, 从事植物系统解剖学研究。

\*国家自然科学基金资助项目

layer(with 1 layer of cells) and pigment cell layer(with 1 layer of cells in *C. coenobialis* and 3~5 layers of cells in *P. yunnanensis*). Endotesta consists of 1 layer of brick-shaped parenchymatous cells with partially slightly thickened wall. The total number of cell layer of seed coat in *C. coenobialis* is 5 only, which is the minimum number among those of seed coats of zingiberaceous species examined, but 7~9 in *P. yunnanensis*. An obvious stalk-like structure occurs and micropylar collar as well as operculum are differentiated in micropylar region of *P. yunnanensis*, although operculum is present yet micropylar collar is absent and stalk-like structure is shorter and obscure in that of *G. coenobialis*. A gap of endotesta exists and is filled up with chalazal pigment cell group in chalazal region of either species.

According to the differences of seed anatomical character between these two species mentioned above, they are suggested that the *P. yunnanensis* should be transferred from the genus *Caulokaempferia* and the establishment of the genus *Pyrgophyllum* is reasonable. At the same time, basing on the fact that the primitive family(Strelitziaceae) is without micropylar collar in Zingiberales, we assume that *C. coenobialis* might retain the primitive character of seed in Zingiberaceae.

**Key words** *Caulokaempferia coenobialis*; *Pyrgophyllum yunnanensis*; Seed anatomy; Systematic significance

黄花大苞姜 (*Caulokaempferia coenobialis* (Hance) K. Larsen) 与苞叶姜 (*Pyrgophyllum yunnanensis* (Gagnep.) Wu et Chen) 曾均被置于山奈属 (*Kaempferia*)<sup>(1,2)</sup>。K. Schumann (1904) 恢复 *Camptandra* 属时将苞叶姜移至该属。K. Larsen (1964) 建立大苞姜属 (*Caulokaempferia*) 并将黄花大苞姜移至此属<sup>(3)</sup>后, Smith (1972) 根据花药及腺体的特征又将苞叶姜从 *Camptandra* 移至该属, 并据其具叶状苞片另立一组, 即苞叶姜组 (Sect. *Pyrgophyllum*)<sup>(4)</sup>。吴德邻和陈忠毅 (1989) 根据这两种植物在形态、地理分布、染色体数目上的差异, 并结合孢粉学资料, 将苞叶姜分出并建立苞叶姜属 (*Pyrgophyllum* (Gagnep.) T. L. Wu et Z. Y. Chen), 把苞叶姜作为该属的模式种<sup>(5)</sup>。我们在姜科种子的系统解剖学研究中, 发现大苞姜属在我国的唯一代表黄花大苞姜与我国特有的苞叶姜属模式种苞叶姜, 在种子解剖特征上差异极大, 现予以报导。

## 1 材料与方 法

黄花大苞姜采自华南植物所属下鼎湖山树木园, 苞叶姜采自云南昆明郊区温泉县原西南林学院后山。研究方法同前文<sup>(6)</sup>。

## 2 观察结果

黄花大苞姜种子椭圆形, 长约 1.7 mm, 宽约 0.8 mm, 种子表面具表皮毛, 无假种皮; 苞叶姜种子卵圆形, 种子表面无毛, 假种皮盘状。在珠孔区, 苞叶姜具明显的柄状结构, 有珠孔领与孔盖的分化, 黄花大苞姜柄状结构短, 且不明显, 无珠孔领, 孔盖仅具锥形。在合点区, 两者的内种皮均出现缺口, 缺口间充满合点区色素细胞。

### 2. 1 假种皮

仅苞叶姜具盘状假种皮, 白色, 仅包围种子基部的柄状结构 (图 1:1)。假种皮由内、外表皮细胞及其间的数层薄壁细胞构成。纵切面表皮细胞近长方形, 体积小; 其外面具一层较厚的角质层 (图 2:9), 表皮细胞间的薄壁细胞其形态和细胞体积因位置不同而不同, 但通常为长方形。近柄状结构的假种皮细胞间散布有少许色素细胞。

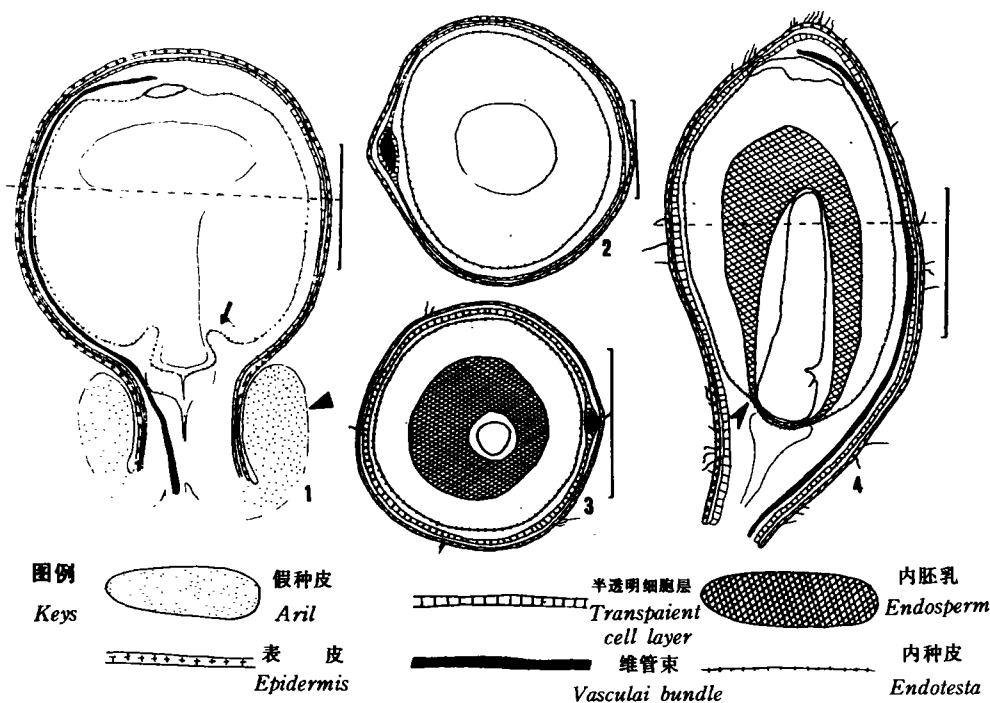


图 1 种子结构简图

Fig. 1 Diagrams of the structure of the seeds

1、2 为苞叶姜, 3、4 为黄花大苞姜。1、4 种子纵切面, 2、3 种子横切面。1 示苞叶姜种子无毛, 具珠孔领 (↑)、盘状假种皮 (▲) 和明显的柄状结构。4 示黄花大苞姜种子具表皮毛, 无珠孔领 (▲) 和假种皮, 柄状结构短且不明显。1、2 比例尺为 1 000 μm, 3、4 比例尺为 500 μm。

1、2. Seed of *Pyrogophyllum yunnanensis*, 3、4. Seed of *Caulokaempferia coenobialis*. 1、4. In longitudinal section (L. S.), 2、3. In transverse section (T. S.). 1. Showing that the seed of *P. yunnanensis* is without epidermal hair, with micropylar collar (↑), a disc-like aril (▲) and an obvious stalk-like structure. 4. Showing that the seed of *C. coenobialis* is with epidermal hairs, without micropylar collar (▲) and aril, its stalk-like structure is short and obscure. Bars = 1 000 μm in 1, 2 and 500 μm in 3, 4.

2. 2 种皮 黄花大苞姜 (图 2:3, 4) 和苞叶姜 (图 2:7, 8) 的种皮均可分为外种皮、中种皮与内种皮三部分, 但二者各部分的形态特征差异较大。

2. 2. 1 外种皮 黄花大苞姜和苞叶姜的外种皮均由 1 层表皮细胞构成。表皮细胞的壁均增厚, 略木质化; 横切面细胞近圆形或椭圆形, 纵切面切向延长, 近长方形或线形。二者外种皮的最大区别在于黄花大苞姜的部分表皮细胞向外突起, 形成单细胞表皮毛, 而苞叶姜则没有表皮毛存在。

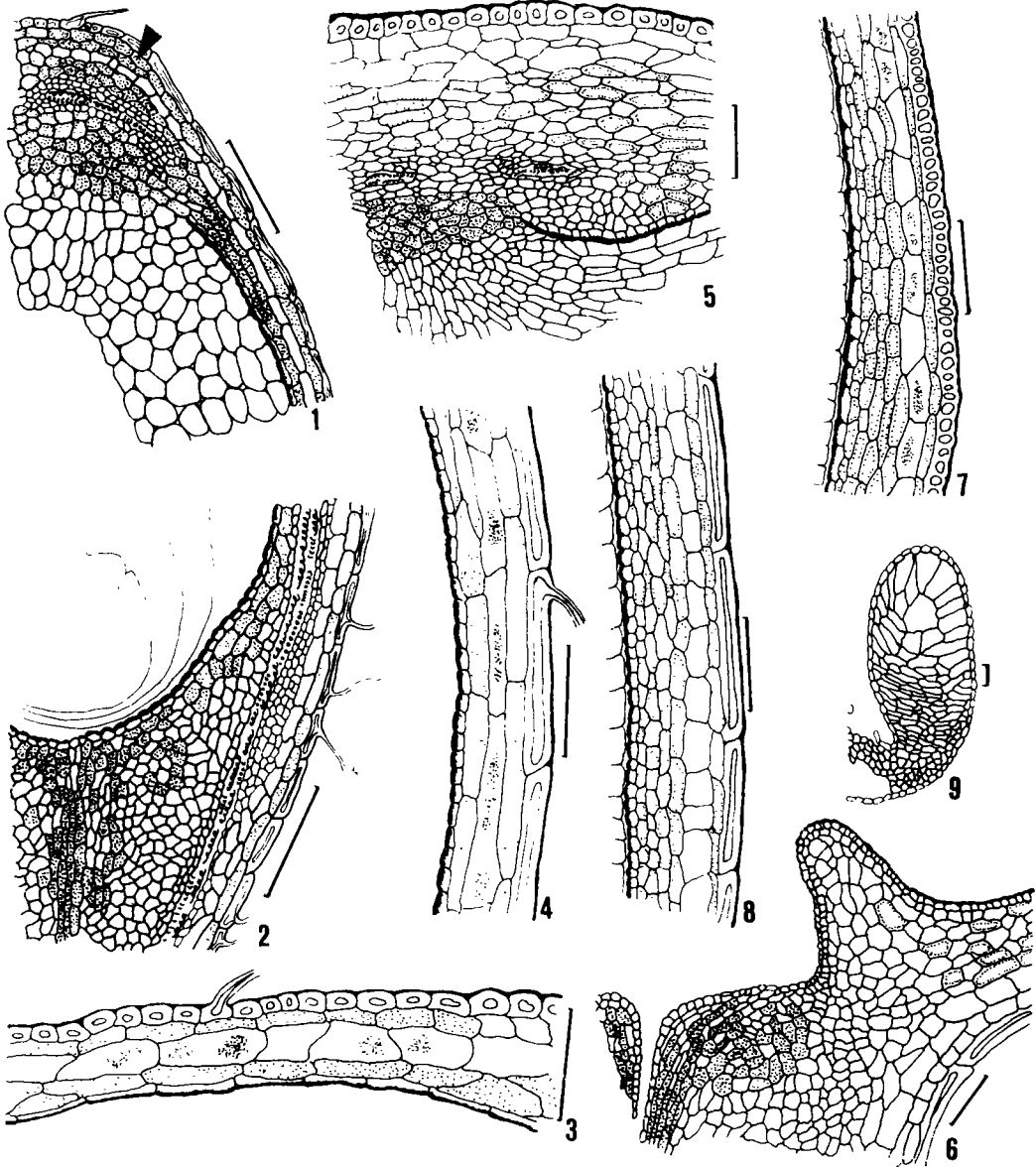


图2 假种皮、种皮、种子珠孔区和合点区结构详图

Fig. 2 Details of aril, seed coat, micropylar region and chalazal region

1~4 黄花大苞姜, 5~9 苞叶姜。1、5 合点区部分结构纵切面。注意, 黄花大苞姜合点区下皮细胞增至2层(▲), 2、6 珠孔区部分结构纵切面。3、7 部分种皮结构横切面。4、8 部分种皮结构纵切面。9 部分假种皮纵切面。1、2、5~9 比例尺为 100  $\mu\text{m}$ , 3、4 比例尺为 50  $\mu\text{m}$ 。

1~4. *Caulokaempferia coenobialis*, 5~9 *Pyrgophyllum yunnanensis*. 1, 5 Parts of chalazal region in L. S. . Note, the number of hypodermal cell layer of *C. coenobialis* increased to 2 layers (▲), the perisperm cells of this species are roundish and only with 5~7 layers. 2, 6 Parts of micropylar region in L. S. . 3, 7. Parts of seed coats in T. S. . 4, 8. Parts of seed coats in L. S. . 9. Part of aril in L. S. . Bars = 100  $\mu\text{m}$  in 1, 2, 5~9 and 50  $\mu\text{m}$  in 3, 4.

2. 2. 2 中种皮 黄花大苞姜和苞叶姜的中种皮均由下皮层、半透明细胞层与色素层构成。

2. 2. 2. 1 下皮层 由表皮内方的 1 层下皮细胞构成。细胞切向延长, 内含红棕色色素块。经三氯化铁染色后, 下皮细胞呈强烈正反应, 表明细胞内的色素块结合有单宁。

2. 2. 2. 2 半透明细胞层 为下皮层内方的 1 层体积较大, 内含有不定形块状物的细胞。细胞切向延长, 近长方形或不规则形, 细胞层呈半透明状。半透明细胞内的块状物在苏丹黑 B 染色中均呈正反应, 表明含有脂类; 苞叶姜的这些块状物还含有蛋白质, 在汞-溴酚蓝染色中呈强烈正反应。

2. 2. 2. 3 色素层 不论横切面还是纵切面, 色素层细胞均切向延长。黄花大苞姜与苞叶姜的色素层细胞层数与内含物差异甚大, 前者色素层大都只有 1 层细胞, 偶尔可见 2 层, 细胞内含有红棕色色素块, 后者的色素层有 3~5 层细胞, 细胞内仅含有少量颗粒状色素物质。

2. 2. 3 内种皮 黄花大苞姜与苞叶姜内种皮均由 1 层砖形薄壁细胞构成, 细胞仅内径向壁及内切向壁略增厚, 其它保持薄壁状态。不论横切面或纵切面, 内种皮细胞均切向延长, 但横切面的长度较纵切面更长。

2. 3 珠孔区的结构 黄花大苞姜珠孔区没有珠孔领, 但分化出简单的孔盖; 苞叶姜除具有珠孔领与孔盖外, 尚有一较特化的柄状结构 (图 1: 1); 黄花大苞姜的柄状结构短, 且不甚明显 (图 1: 4)。

2. 3. 1 珠孔领 苞叶姜的珠孔领由内种皮及色素细胞向外胚乳凹陷形成。珠孔领的内种皮细胞仅内径向壁及内切向壁略增厚, 其它保持薄壁状态; 其色素细胞含有少许黄褐色色素。

2. 3. 2 孔盖 黄花大苞姜与苞叶姜的孔盖均由内种皮细胞与 5~7 层色素细胞构成。其内种皮细胞仅内切向壁及内径向壁略增厚, 色素细胞内的色素物质前者多, 几乎充满整个细胞, 红棕色; 后者少, 黄褐色。

2. 3. 3 柄状结构 黄花大苞姜、苞叶姜在孔盖外侧形成柄状结构 (Stalk-like structure) (图 1: 1, 4)。此结构由外向内可见表皮、下皮和半透明细胞层的分化, 均为种皮相应层次的延续。半透明细胞以内为一些薄壁细胞及散布其中的色素细胞。柄状结构的表皮细胞壁亦增厚并略木质化。苞叶姜的柄状结构粗细均匀, 较长, 而黄花大苞姜的柄状结构渐细, 较短。

2. 4 合点区的结构 种子在合点区亦分化出外种皮、中种皮与内种皮。其中外种皮、中种皮的半透明细胞层与种皮相应层次相似; 中种皮的色素细胞层数增多, 种脊维管束延伸至此; 仅黄花大苞姜合点区下皮细胞由 1 层增至 2 层; 内种皮在合点区的共同特征是出现缺口, 缺口间充满合点区色素细胞 (图 1: 1, 4; 图 2: 1, 5)。合点区色素细胞为近等径的多角形或近长方形薄壁细胞, 细胞内充满红棕色色素。

2. 5 外胚乳 黄花大苞姜与苞叶姜在合点区附近均有外胚乳存在。两者外胚乳细胞的壁均平直而不弯曲为波浪形, 但细胞形态与细胞层数差异大, 前者近圆形, 最厚处仅有 5~7 层细胞 (图 2: 1), 后者近长方形、线形或不规则形, 一般有 8~12 层细胞。外胚乳细胞内充满淀粉粒, 合点区附近的少数细胞含少许蛋白质。与内种皮相接的外胚乳细胞的外表面分布有明显的角质层。

2. 6 内胚乳 上方为多层细胞部分, 往下方变窄, 并逐渐过渡到单层细胞内胚乳部分。多层的内胚乳细胞椭圆形、近圆形或不规则形; 单层细胞部分其细胞近长方形。黄花大苞姜多层细胞内胚乳富含脂类与蛋白质, 其最外方不分化出一层体积小的细胞; 苞叶姜内胚乳富含蛋白质, 最外方具一层体积小、主要含脂类的细胞。两种植物内胚乳均含淀粉粒。

2. 7 胚 苞叶姜仅观察到球形胚。黄花大苞姜的胚棒状, 基足部略膨大, 先端变小 (图 1:

4); 其胚有胚芽、胚根的分化; 胚细胞含有蛋白质、脂类与许多淀粉, 胚细胞间没有异细胞分化。

表1 黄花大苞姜和苞叶姜种子解剖学特征的不同点

Table 1 The differences of the seed anatomical character between *Caulokaempferia coenobialis* and *Pyrogphyllum yunnanensis*

	黄花大苞姜 <i>C. coenobialis</i>	苞叶姜 <i>P. yunnanensis</i>
假种皮 Aril	无 Absent	有 Present
外种皮 Exotesta	有毛 With epidermal hairs	无毛 Without hairs
中种皮色素细胞层数及内含物 The number of cell layer and cellular contains of pigment cell layer	1(偶2)层, 细胞内含红棕色色素块 Only 1(rarely 2) layer (s), cells contain reddish brown pigment body	3~5层, 仅含少许色素颗粒 3~5 layers, cells contain granular pigment
珠孔区珠孔领与柄状结构 The micropylar collar and stalk-like structure at micropylar region	无珠孔领, 柄状结构短且不明显 Without micropylar collar, the stalk-like structure short and obscure	有珠孔领, 柄状结构明显 With micropylar collar and an obvious stalk-like structure
合点区下皮层细胞层数 The number of cell layer of hypodermis at chalazal region	2层 With 2 layers	通常1层 Usually with 1 layer

注: 内、外胚乳及胚的不同点未列出。

Note, the differences of perisperm, endosperm and embryo between these two species have not been pointed out.

### 3 讨 论

报导过的姜科种子都具假种皮, 而且其形状极为多样<sup>(7)</sup>。但我们发现, 黄花大苞姜的种子没有假种皮, 这是以前未曾报导过的; 苞叶姜的假种皮亦很特殊, 为盘状且仅包围着种子基部的柄状结构(图1:1), 内、外表皮细胞外方均具厚的角质层。

姜花族种子的研究仅见于 Mauritzon 对 *Hedychium gardenianum*, *Brachychilus horsfieldii* 和 *Roscoea purpurea* 近成熟种子种皮的简单描述与 *H. gardenianum* 的图示<sup>(8)</sup>。他的描述与图示和我们的研究表明, 其内种皮均由部分壁略增厚的砖形薄壁细胞构成(图2:3, 4, 7, 8), 即为薄壁细胞型内种皮。另一方面, 与 *H. gardenianum*、*B. horsfieldii*、*R. purpurea* 及苞叶姜比, 黄花大苞姜的种皮最为简单, 只具5层细胞, 中种皮的下皮层、半透明细胞层及色素层均仅1层细胞, 是迄今研究过的姜科植物中种皮最简单的类群; 而且黄花大苞姜表皮细胞具表皮毛, 这仅在舞花姜中有报导<sup>(9)</sup>。

Grootjen 和 Bouman (1981)曾指出, 珠孔领和孔盖的出现是姜科种子的结构特征<sup>(10)</sup>。前人的工作<sup>(7,8)</sup>和我们对豆蔻属<sup>(6,11)</sup>、姜属<sup>(12)</sup>、舞花姜<sup>(9)</sup>种子的研究也证明了这点, 苞叶姜亦具有珠孔领与孔盖, 但黄花大苞姜珠孔区却仅有孔盖而没有珠孔领的分化(图1:1, 4)。这是姜科植物没有珠孔领类型的首次报导。

姜花族种子合点区结构尚无文献报导。本文提供了姜花族的黄花大苞姜和苞叶姜合点区结构的研究资料。它们与已报导的姜科植物合点区构造有许多共同点, 即种皮亦分化出外种皮、中种皮与内种皮, 中种皮色素层细胞层数略增多, 内种皮出现缺口, 缺口间充满合点区色素细胞, 分布在中种皮的种脊维管束终止于缺口上方。值得注意的是, 它们的合点与种脐(珠孔端)、胚在

同一直线上, 合点位于种子正上方。

研究表明, 黄花大苞姜与苞叶姜种子解剖学特征有明显的区别(表 1)。这些特征的差异完全有理由支持把苞叶姜从大苞姜属分出, 并成立苞叶姜属的意见<sup>(5)</sup>。

黄花大苞姜的种子解剖学特征在已研究过的姜科植物中是很特殊的, 表现在种子极小, 无假种皮; 具表皮毛(舞花姜属亦具表皮毛); 其种皮虽亦具有姜科种皮的基本层次结构, 即外种皮, 包括下皮层、半透明细胞层、色素层的中种皮与内种皮, 但各部分均只有 1 层细胞, 是已研究过的姜科植物中种皮细胞层数最少的; 珠孔区没有珠孔领分化。据 Grootjen 和 Bouman 的研究, 姜目 8 科中, 除兰花蕉科(Lowiaceae)未被研究外, 只有旅人蕉科(Strelitziaceae)没有珠孔领, 蝎尾蕉科(Heliconiaceae)具发育不全的珠孔领, 其余 5 科均具珠孔领<sup>(10)</sup>。Takhtajan 则指出, 蝎尾蕉科亦没有珠孔领<sup>(7)</sup>。上述事实使我们提出这样的设想, 在姜目较原始的科是没有珠孔领分化的, 只有较进化的类群才出现珠孔领。姜科是较进化的科, 具有珠孔领; 而今姜科亦找到没有珠孔领的类型, 这有可能显示黄花大苞姜是姜科中种子结构保留了某些较原始特征的类群。此外, 黄花大苞姜其它一系列比较特殊的特征的系统学意义还不十分清楚, 只有在对大苞姜属其它植物和姜科更多的属的种子解剖学研究后, 才有可能确定。

## 参 考 文 献

- 1 吴德邻主编. 中国植物志(第16卷第2分册). 北京: 科学出版社, 1981, 36~38
- 2 Schumann K. Zingiberaceae in A. Engler ed. : Das Pflanzenreich. 1904, Heft 20 (IV. 46): 1~458
- 3 Larsen K. Study on Zingiberaceae IV Caulokaempferia, a new genus. *Bot Tidsskr*, 1964, 60 (3): 165~179
- 4 Larsen K et R M Smith. Notes on Caulokaempferia. *Notes Roy Bot Gard Edinb*, 1972, 31 (2): 287~295
- 5 吴德邻, 陈忠毅. 中国姜科一新属——苞叶姜属. *植物分类学报*, 1989, 27(2): 124~128
- 6 廖景平, 吴七根. 九翅豆蔻种子解剖学和组织化学研究. *热带亚热带植物学报*, 1994, 2(4): 58~66
- 7 Takhtajan A. Comparative anatomy of seeds, Vol I . Leningrad: Izdat Nauka, 1985: 217~222
- 8 Mauritzon J. Samenbau und Embryologie einiger Scitamineen. *Lunds Universitets Arsskrift*, 1936, 31: 1~31
- 9 吴七根, 廖景平. 舞花姜种子解剖学和组织化学研究. *广西植物*, 1995, 15(2): 146~153
- 10 Grootjen C J, Bouman F. Development of the ovule and seed in *Costus cuspidatus*, with special reference to the formation of the operculum. *Bot J of Linn Soc*, 1981, 83: 27~39
- 11 吴七根, 廖景平. 砂仁种子解剖学和组织化学研究. *热带亚热带植物学报*, 1995, 3(2): 52~59
- 12 吴七根, 廖景平. 姜属植物种子解剖学和组织化学研究. *西北植物学报*, 1995, 15(1): 32~39