

蔓龙胆属及其相关类群的花部解剖学研究

陈世龙 何廷农 刘建全

(中国科学院西北高原生物研究所, 西宁, 810001)

洪德元

(中国科学院植物研究所系统与进化植物学开放实验室, 北京, 100093)

摘要

本文对蔓龙胆属、双蝴蝶属和龙胆属狭蕊组进行了花部解剖学的研究, 并以此为据讨论了这些类群的分类等级及其系统演化关系。蔓龙胆属花萼筒具10条维管束, 花冠筒具15条维管束, 子房基部的腺体具维管束; 双蝴蝶属中花萼筒具5条维管束, 花冠筒具10条维管束, 子房基部的腺体也具维管束; 龙胆属狭蕊组花萼筒具12条维管束, 花冠筒具15条维管束, 子房基部的腺体无维管束。这些类群也具有如下共有特征: 具5条雄蕊维管束, 每心皮具1条背维管束和2条腹维管束; 雄蕊花丝均具翅; 花萼筒基部均具鳞片状附属物。比较蔓龙胆属、双蝴蝶属和龙胆属狭蕊组的花部解剖特征, 表明褶花类群间可能具有较近的亲缘关系, 把蔓龙胆属和双蝴蝶属作为独立的属处理较为合适。从花部解剖特征分析, 蔓龙胆属和双蝴蝶属可能较龙胆属和龙胆属狭蕊组进化。

关键词: 蔓龙胆属; 双蝴蝶属; 龙胆属狭蕊组; 花部解剖学; 龙胆科

根据 Ho (1995) 最新的龙胆科 Gentianaceae 分类系统, 蔓龙胆属 *Crawfordia* 的相关类群应包括龙胆属 *Gentiana* 和双蝴蝶属 *Tripterospermum*。龙胆属狭蕊组 *G. Sect. Stenogyne* 是一较特殊的类群 (Smith, 1965), 故本文将其作为一独立类群加以研究。由于这几个类群的花冠裂片间具褶, 因此, 也称为褶花类群。褶花类群的系统位置、类群的划分以及类群间的系统演化关系等长期存在争议。Marquand (1937, 1931) 将蔓龙胆属和双蝴蝶属归入龙胆属中; Clark (1875) 将双蝴蝶属归入蔓龙胆属中。关于龙胆属狭蕊组, Love 和 Love (1976) 建议将该组移入双蝴蝶属中作为亚属处理; Yuan (1996) 建议将该组从龙胆属中移出。Toyokuni (1965) 认为双蝴蝶属和龙胆属的亲缘关系较近; Smith (1965) 认为龙胆属狭蕊组与蔓龙胆属和双蝴蝶属亲缘关系较近, 而与龙胆属其他组较远。Ho 和 Liu (1990) 认为龙胆属狭蕊组是龙胆属中较原始的类群, 而通

中国科学院重点项目 (KZ952-S1-123) 和生物分类区系学科发展特别支持费资助课题。
本文于1997年9月15日收到。

过此类群使得龙胆属与蔓龙胆属和双蝴蝶属有较近的亲缘关系。Yuan (1996, 1995) 认为狭蕊组与蔓龙胆属和双蝴蝶属有较近的亲缘关系, 而与龙胆属其他组亲缘关系较远。花部解剖学研究在解决龙胆科中各类群的系统演化关系上具有较重要的意义 (Gopal et al., 1963; Lindsey, 1940, 1938), 对褶花类群的花部解剖学研究, 主要集中在龙胆属中 (Gopal et al., 1960), 而对其余的类群未见有详细的报道。本文通过分析比较蔓龙胆属、双蝴蝶属、龙胆属狭蕊组的花部解剖结构, 为褶花类群的系统演化关系的阐明提供依据。

材料和方法

供试材料来源及产地见表 1。除双蝴蝶 *T. chinense* 的凭证标本保存于安徽师范大学生物系标本馆 (ANUB) 外, 其它材料的凭证标本均存中国科学院西北高原生物研究所标本馆 (HNWP)。

解剖观察用的材料, 用 FAA (冰醋酸: 酒精=1:3) 固定 24~48 小时后转入 70% 酒精中保存。爱氏苏木精整体染色。常规石蜡法切片, 切片厚度 5~12 μm 。中性树胶封片。Olympus BH-2 型光学显微镜下观察并照相。

表 1 供试材料的来源及产地

Table 1 The origin of the materials examined

| 分类群 Taxon | 地点和海拔 Locality and altitude | 凭证标本 Voucher |
|--------------------------------------|--------------------------------|-----------------------|
| 披针叶蔓龙胆 <i>Crawfordia delavayi</i> | 大理, 云南, 3500m | 刘建全 327 |
| 双蝴蝶 | 黄山, 安徽, 1500m | 张定成 95001 |
| <i>Tripterospermum chinense</i> | Huangshan, Anhui, 1500m | Zhang Dingcheng 95001 |
| 条纹龙胆 | 平安, 青海, 2500m | 卢学峰, 094 |
| <i>Gentiana striata</i> | Pingan, Qinghai, 2500m | Lu Xuefeng, 094 |

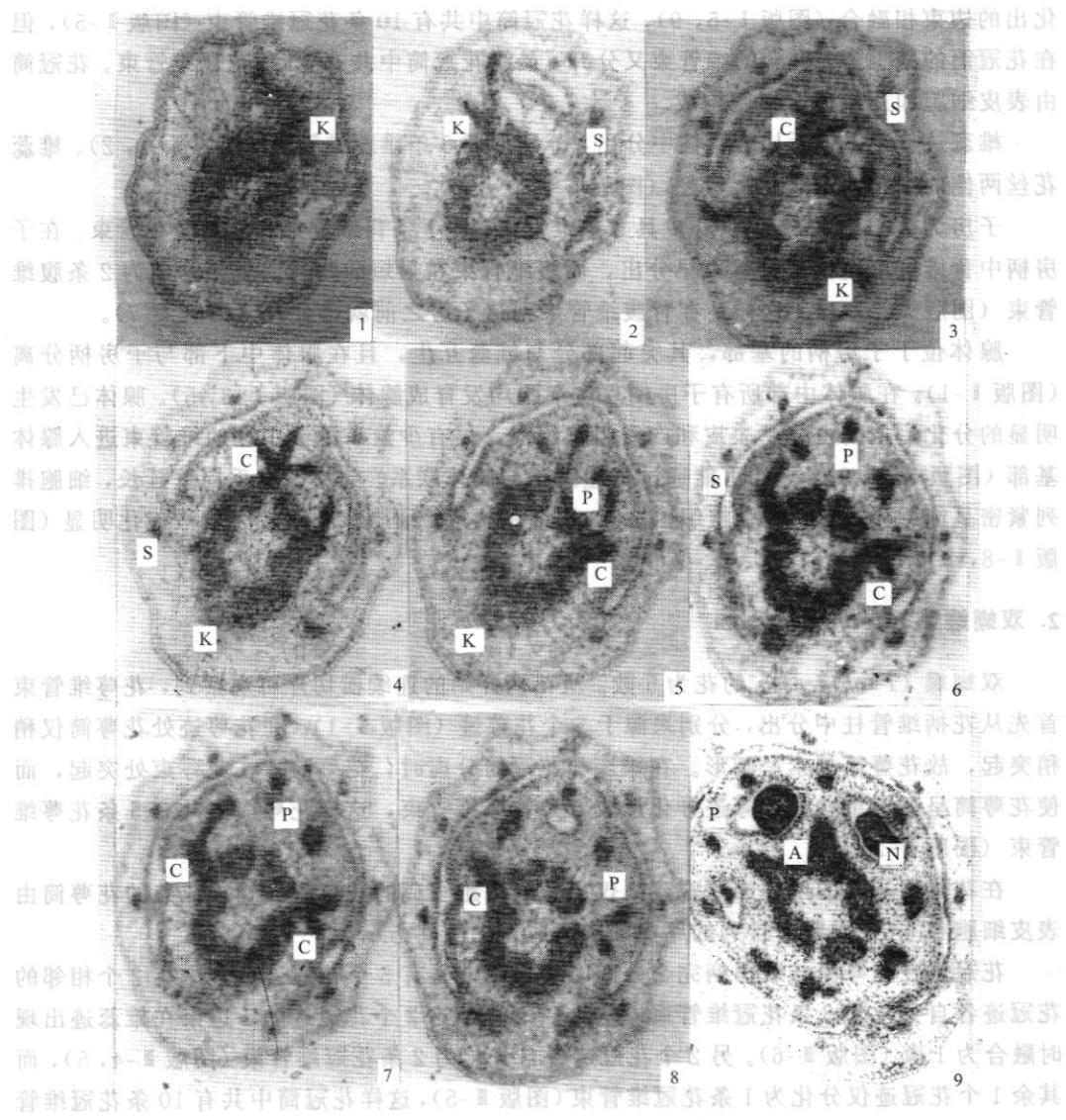
观察结果

1. 蔓龙胆属 *Crawfordia*

披针叶蔓龙胆 (*C. delavayi*) 的花为 5 数。从花基部的连续横切片可观察到, 花萼维管束来源于 5 个花萼迹, 其中 2 个花萼迹各自分化为 3 条花萼维管束 (图版 I-1), 另 2 个花萼迹各自分化为 1 条花萼维管束 (图版 I-3, 4), 最后 1 花萼迹分化为 2 条花萼维管束 (图版 I-2)。这样花萼筒中共有 10 条花萼维管束 (图版 II-5)。在每个花萼维管束处, 花萼筒向外突起。

花萼筒基部的内表面具鳞片状附属物, 仅由 2~3 层细胞组成, 只有在显微镜下才可观察到。成熟的花萼筒由角质化的表皮细胞和 3~5 层排列紧密的薄壁细胞构成。

在花萼筒与子房柄分离时, 花冠迹才出现, 共有 5 个花冠迹, 每个花冠迹均分化为 3 个花冠维管束 (图版 I-3, 5), 而且每个花冠迹分化出的两条边束均与相邻的花冠迹分



图版 I 披针叶蔓龙胆的花部解剖

1~9 花基部连续横切面 1. 花萼迹分为 3 束。2. 另 1 花萼迹分为 2 束。3. 2 个花萼迹分为 1 束和花冠迹分出。4. 最后 1 花萼迹分出和另一花冠迹分出。5. 花冠维管束的边束融合。6. 花冠迹分出。7~8. 花冠维管束边束融合。9. 雄蕊迹分出及腺体出现。(均为×44)

注: 图版 I~VI 中的 K, 花萼迹; C, 花瓣迹; A, 雄蕊迹; S, 花萼维管束; P, 花瓣维管束; G, 雄蕊维管束; D, 心皮背维管束; V, 心皮腹维管束; N, 腺体; Vb, 维管束

Plate I Floral anatomy of *Crataegia delavayi*

1-9 Successive consecutive of the base of the flower: 1. Showing the sepal trace dividing into three bundles. 2. Another sepal trace dividing into two bundles. 3. Two sepal traces dividing into one bundles and petal trace. 4. The separating sepal and petal trace. 5. Fused marginal corolla bundle. 6. The separating petal trace. 7-8. Fused marginal corolla bundle. 9. The separating stamen trace and nectary. (All×44)

Note: Plate I-VI K, Sepal trace C, Petal trace A, Stamen trace S, Sepal bundle P, petal bundle G, Stamen bundle D, Dorsal carpel bundle V, Ventral carpel bundle N, Nectary Vb, Vascular bundle.

化出的边束相融合(图版 I-5, 9), 这样花冠筒中共有 10 条花冠维管束(图版 II-5), 但在花冠筒的稍上方, 融合的维管束又分开, 最终花冠筒中共有 15 条花冠维管束。花冠筒由表皮细胞和几层薄壁细胞构成。

雄蕊迹 5 个, 最后从维管柱中分出, 分别形成 5 条雄蕊维管束(图版 II-1, 2)。雄蕊花丝两侧的细胞向两边扩展成翅(图版 II-7)。

子房为 2 心皮, 1 室。每心皮具 3 条维管束, 即 1 条背维管束和 2 条腹维管束。在子房柄中背维管束稍比腹维管束早分出, 而腹维管束在很短的距离内就分开成为 2 条腹维管束(图版 II-5, 7)。这样, 在背腹维管束到达子房之前就已分开(图版 II-7)。

腺体位于子房柄的基部, 其突起部分与雄蕊互生, 且在腺体中下部与子房柄分离(图版 II-1)。在腺体中部所有子房柄表皮细胞均发育成腺体(图版 II-3, 5)。腺体已发生明显的分化, 主要由分泌表皮和产蜜组织组成, 仅有少量来源于中柱的维管束进入腺体基部(图版 II-8, 9), 它们可能通过传递细胞与腺体联系。分泌表皮垂周壁延长, 细胞排列紧密且细胞质较浓, 产蜜组织由 2~3 层细胞构成, 细胞核相对较大且液泡化明显(图版 II-8, 9)。

2. 双蝴蝶属 *Tripterospermum*

双蝴蝶(*T. chinense*)的花为 5 数。从花柄开始的连续横切片可观察到, 花萼维管束首先从花柄维管柱中分出, 分别来源于 5 个花萼迹(图版 III-1)。在花萼迹处花萼筒仅稍稍突起, 故花萼筒基本呈圆形。在雄蕊与花冠筒分离时, 花萼筒才在花萼束处突起, 而使花萼筒呈五角星状。花萼迹分化形成 5 条花萼维管束, 这样花萼筒中共有 5 条花萼维管束(图版 III-2)。

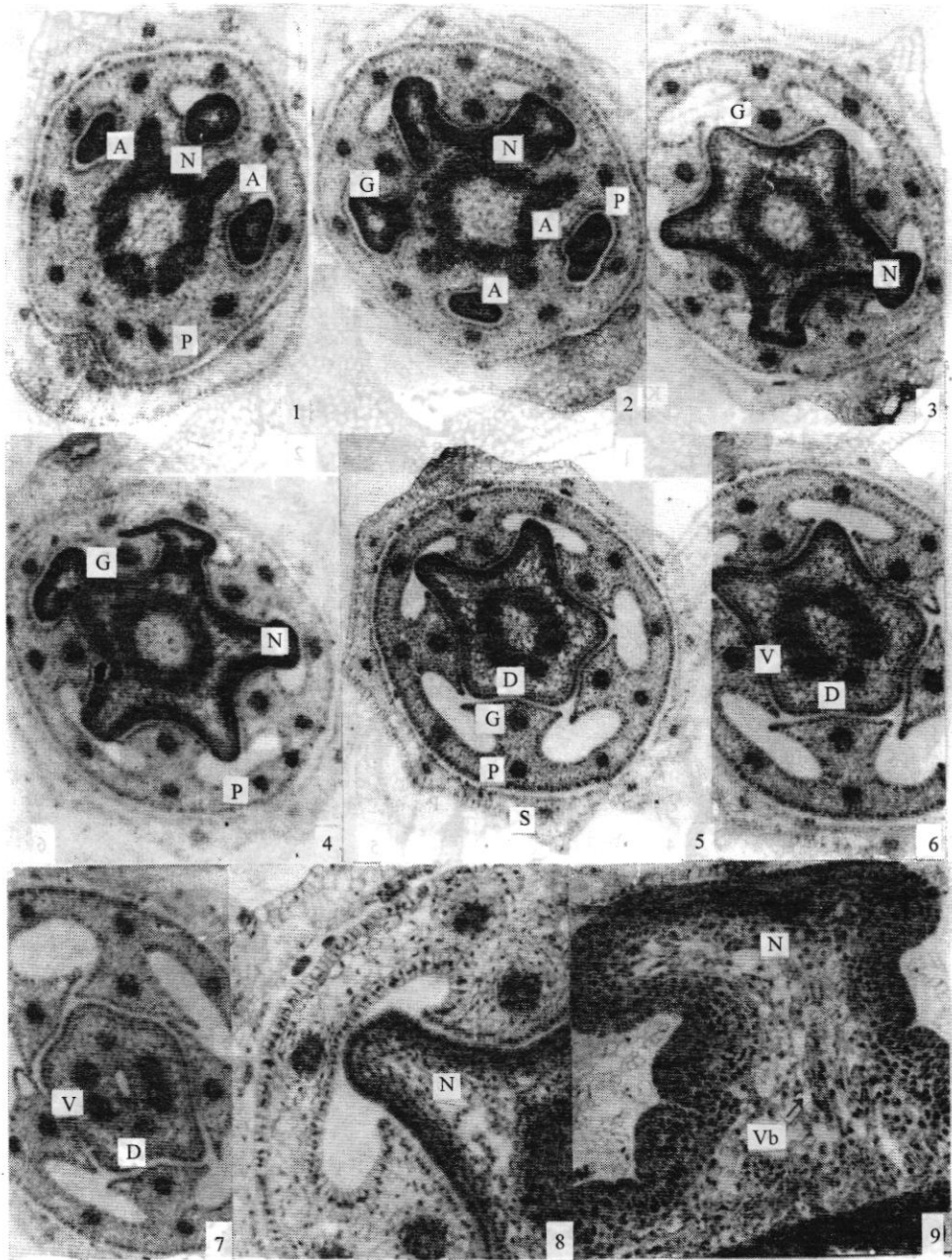
在花萼筒基部的内表面可观察到仅由几列细胞组成的花萼附属物。成熟的花萼筒由表皮细胞和 5~7 层紧密排列的厚壁细胞组成(图版 III-5)。

花冠迹在花萼筒与子房柄完全分离时才出现, 共有 5 个花冠迹, 其中有 2 个相邻的花冠迹各自分化为 3 条花冠维管束(图版 III-3, 4), 这 2 个花冠迹的 1 边束在雄蕊迹出现时融合为 1 束(图版 III-6)。另 2 个花冠迹各自分化为 2 条花冠维管束(图版 III-4, 5), 而其余 1 个花冠迹仅分化为 1 条花冠维管束(图版 III-5), 这样花冠筒中共有 10 条花冠维管束(图版 III-6)。花冠筒由表皮细胞和中间 3~5 层薄壁细胞构成(图版 III-8)。

雄蕊迹最后从子房柄维管柱中分出, 形成 5 条雄蕊维管束(图版 III-5, 7), 在花冠筒与子房柄分离时, 雄蕊维管束进入与花冠筒合生的花丝中。雄蕊花丝两侧的细胞向两边扩展成翅。

子房为 2 心皮, 1 室。每心皮具 3 条维管束, 即 1 条背维管束和 2 条腹维管束。背维管束和腹维管束几乎同时从子房柄维管柱中分出(图版 III-7, 8)。

双蝴蝶的腺体位于子房柄基部。腺体已发生明显的分化, 主要由分泌表皮、产蜜组织和维管束构成(图版 III-7, 8)。分泌表皮垂周壁延长, 而使细胞呈长条形, 细胞间排列紧密, 细胞表面具角质层, 细胞质稠密; 产蜜组织由 3~5 层细胞组成, 细胞体积较小, 细胞核相对较大, 液泡化明显; 维管束在蜜腺与子房柄相连处进入产蜜组织(图版 III-9), 当蜜腺与子房柄分离后就无维管束分布, 可能是通过传递细胞与蜜腺相连, 而且分离后的蜜腺在内外表皮上均形成细胞垂周壁延长的分泌表皮(图版 III-8)。

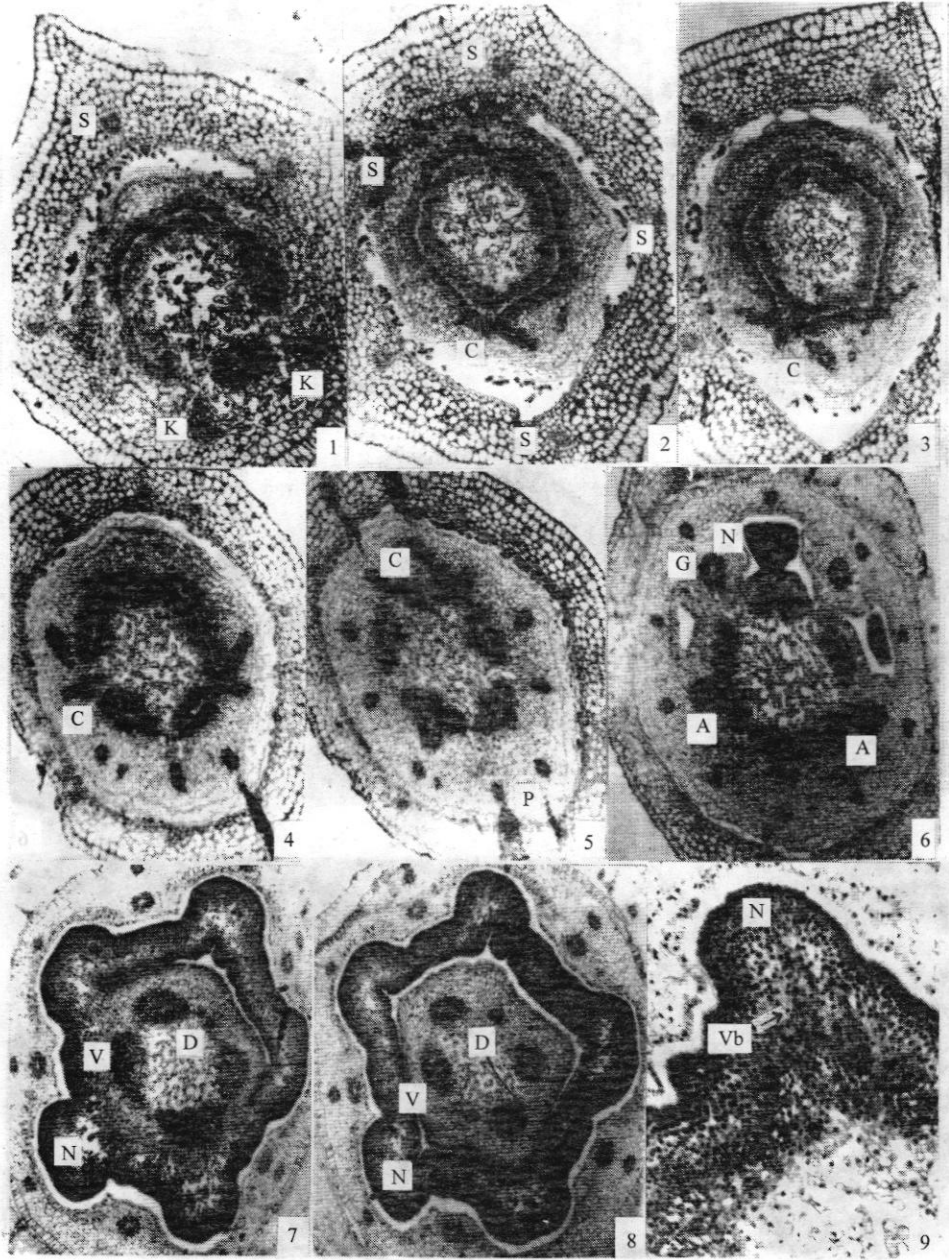


图版 I 披针叶蔓龙胆的花部解剖

1~7 花基部连续横切面。1. 花冠迹分出。2. 5 个雄蕊迹。3~4. 5 个突出的腺体。5. 10 条花萼维管束和 10 条花冠维管束。6. 花冠维管束又分离及心皮背束分出。7. 心皮背腹束分出。8~9. 腺体及其中的维管束。
(1~7×44; 8×60; 9×90)

Plate I Floral anatomy of *Crawfurdia delavayi*

1~7. Successive consecutive of the base of the flower: 1. The separating petal trace. 2. Showing five stamen traces. 3~4. Showing 5 glands. 5. 10 sepal bundles and 10 petal bundles. 6. The corolla bundles dividing again and separating dorsal bundle of carpel. 7. The separating dorsal and ventral bundles. 8~9. Showing gland and vascular bundle in nectary. (1~7×44; 8×60; 9×90)



图版 III 双蝴蝶的花部解剖

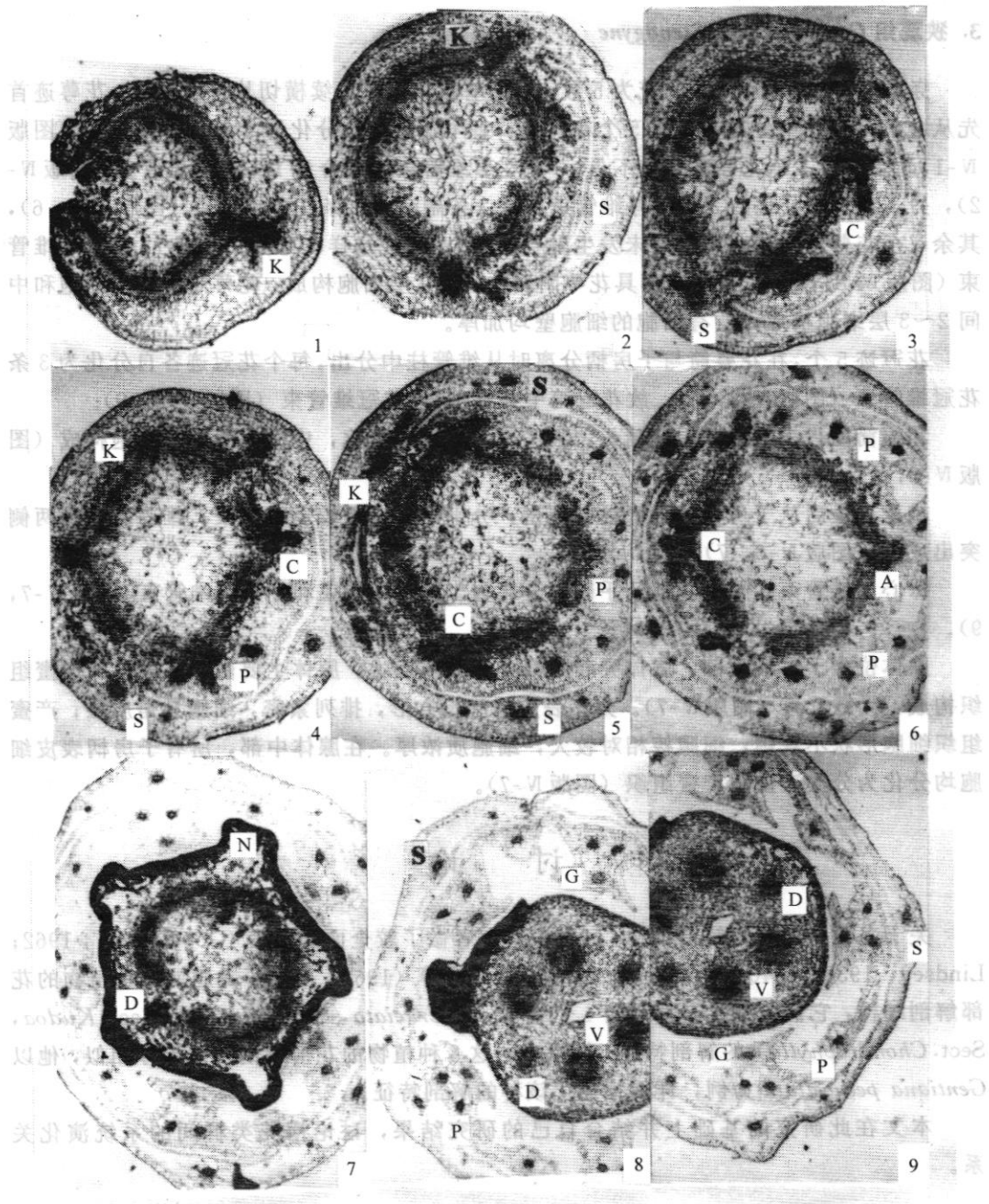
1. 花萼迹分出。2. 5条花萼维管束及花冠迹分出。3. 2花冠迹各分为3束。4~5. 另2花冠迹各分为2束及1花冠迹分为1束。6. 雄蕊迹分出。7~8. 心皮背腹束分出。9. 腺体中的维管束。

(1~8×30; 9×74)

Plate III Floral anatomy of *Tripterospermum chinense*

1~8. Consecutive transections of the base of the flower; 1. The separating sepal trace. 2. Showing 5 sepal bundles and the petal trace. 3. Showing each of two petal traces dividing into three petal bundles. 4~5. Showing each of two petal traces dividing into two petal bundles and one petal trace forming one petal bundles. 6. The separating stamen trace. 7~8. The separated dorsal and ventral bundle. 9. The vascular

bundles in nectary. (1~8×30; 9×74)



图版Ⅳ 条纹龙胆的花部解剖

1. 花萼迹。2. 另2花萼迹。3. 花冠迹分出。
 4~5. 每个花萼迹均分为3束。6. 每个花冠迹也分为3束及雄蕊迹出现。7. 腺体。
 8~9. 背腹束及12条花萼维管束和15条花冠维管束。(均为×28)

Plate IV Floral anatomy of *Gentiana striata*

1. Sepal trace. 2. Other two sepal traces. 3. The separating petal trace. 4~5. Every sepal trace dividing into three sepal bundles. 6. Every petal trace dividing into three petal bundles and stamen trace. 7. Showing nectary. 8~9. Showing dorsal and ventral bundles, 12 sepal bundles and 15 petal bundles. (All×28)

3. 狭蕊组 *Gentiana Sect. Stenogyne*

条纹龙胆 (*G. striata*) 的花为 5 数。从花基部开始的连续横切片可观察到, 花萼迹首先从花柄维管柱中分出, 共有 5 个花萼迹, 每个花萼迹均分化为 3 条花萼维管束 (图版 IV-1, 5), 其中 1 个花萼迹分化不久, 3 条花萼维管束就融合为 1 条花萼维管束 (图版 IV-2), 另 1 花萼迹分化的 3 条花萼维管束中有 2 条融合为 1 条花萼维管束 (图版 IV-5, 6), 其余 3 个花萼迹的花萼维管束未发生融合 (图版 IV-6)。这样花萼筒中共有 12 条花萼维管束 (图版 IV-8, 9)。花萼筒基部具花萼附属物, 由几层细胞构成。花萼筒由表皮细胞和中间 2~3 层细胞构成, 所有细胞的细胞壁均加厚。

花冠迹 5 个, 在花萼筒与子房柄分离时从维管柱中分出, 每个花冠迹各自分化为 3 条花冠维管束 (图版 IV-3, 5), 故花冠筒中共有 15 条花冠维管束 (图版 IV-8, 9)。

花冠筒的表皮细胞垂周壁延长, 且不同程度地木栓化, 中间为圆形的细胞构成 (图版 IV-8, 9)。

雄蕊迹最后从子房柄的维管柱中分出, 分别形成 5 条雄蕊维管束。雄蕊的花丝两侧突出成翅 (图版 IV-6, 7)。

每心皮维管束在子房基部几乎同时分化为 1 条背维管束和 2 条腹维管束 (图版 IV-7, 9)。

腺体位于子房柄基部, 腺体突起的部分与雄蕊互生。腺体主要由分泌表皮和产蜜组织构成, 无维管束 (图版 IV-7)。分泌表皮细胞长方形, 排列紧密, 细胞具角质层; 产蜜组织细胞形状不规则, 细胞核相对较大, 细胞质浓厚。在腺体中部, 所有子房柄表皮细胞均分化为分泌表皮和产蜜组织 (图版 IV-7)。

讨 论

关于龙胆科的花部解剖结构, 已有一些学者做了较全面的观察 (Gopal et al., 1962; Lindsey, 1938, 1940; Woodson, 1936)。Gopal 等 (1962) 研究了龙胆属 8 种植物的花部解剖结构, 它们分别代表龙胆属 4 个组 (Sect. *Cruciata*, Sect. *Isomeria*, Sect. *Kudoa*, Sect. *Chondrophylla*) 的解剖特征。结果表明这 8 种植物的花部解剖特征十分相似, 他以 *Gentiana pedicellata* 为例, 详细描述了该种的解剖特征。

本文在此研究的基础上并结合自己的研究结果, 讨论褶花类群间的系统演化关系。

1. 花部维管束

Puri (1951) 提出了被子植物花部维管束的基本解剖结构, 即每个花萼、花瓣和雄蕊的维管束均来源于单个维管束迹, 但在花萼和花瓣中, 维管束迹均分为 3 束, 而在雄蕊中不分离, 直接形成雄蕊维管束。每 1 心皮首先出现 1 条背维管束, 随即 2 条腹维管束也出现。被子植物的花在这种基本类型的基础上, 花部维管束发生融合、分离等各种分化。Lindsey (1940) 根据心皮迹数目和这些心皮迹所形成的心皮维管束的数目, 把龙胆属的花部维管系统分为 4 种类型。其中一种每个心皮具有 3 条维管束, 即 1 条背维管束,

2条腹维管束, 褶花类群就属于这种类型, 这与 Puri 提出的心皮维管束的基本类型相同。从表 2 可看出, 褶花类群的雄蕊维管束也符合, 而且龙胆属的花萼和花冠维管束均符合这一基本的花部解剖类型。

龙胆属狭蕊组的花萼维管束发生了并合或减化, 虽然每个花萼迹均分化为 3 条维管束, 但其中 1 个花萼迹分化不久就融合为 1 条花萼维管束, 而另 1 个花萼迹的其中 2 条花萼维管束融合为 1 条花萼维管束。

蔓龙胆属的花萼维管束发生了并合或减化, 其中 2 个花萼迹各自分化为 1 条花萼维管束, 而有 1 花萼迹分化为 2 条花萼维管束。花冠维管迹虽然均分化为 3 条花冠维管束, 但在花冠筒基部发生相邻花冠维管束的融合, 而后在花冠筒的上部又分离。

双蝴蝶属的花萼维管束和花冠维管束均发生并合或减化, 花萼维管束 5 条, 花冠维管束 10 条。

许多学者认为维管束的并合或减化是较进化的特征 (梁汉兴, 1986; Davis, 1966; Eames, 1961; Puri, 1951; Lindsey, 1940), 根据这一观点, 我们认为双蝴蝶属和蔓龙胆属的花被维管束比龙胆属和龙胆属狭蕊组的进化。

2. 花萼附属物

在褶花类群花萼筒的基部均存在鳞片状的花萼附属物, 只有在显微镜下才可观察到 (表 2)。这种附属物首先是由 Arber (1913) 在十字花科植物中发现的, 该科植物的花梗基部具有这种鳞片状附属物, 而且在叶柄基部也发现这种附属物。故这种附属物被认为是托叶的残留。这种附属物同样在马钱科 (Woodson et al., 1938) 和萝藦科 (Agarwal, 1951) 中发现。由于许多形态学家认为花萼和花瓣是从叶演化而来, 所以这种在花萼和花瓣中的附属物也被认为是托叶的残留。

表 2 褶花类群的花部解剖特征比较表

Table 2 The floral anatomic comparison of the plicate corolla group in the Gentianaceae

| 性 状 Characters | <i>Crawfordia</i> | <i>Tripterospermum</i> | <i>Gentiana</i> | |
|-------------------------|-------------------|------------------------|------------------------|-----------------|
| | | | Sect. <i>Stenogyne</i> | Other sections* |
| No. of vascular bundles | | | | |
| In corolla | 15 | 10 | 15 | 15 |
| In calyx | 10 | 5 | 12 | 15 |
| At the base of ovary | 6 | 6 | 6 | 6 |
| In stamen | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Squamellae | present | present | present | present |
| Filaments | winged | winged | winged | winged |
| The calyx tube | | | | |
| Epidermal cells | thin-walled | thick-walled | thick-walled | thick-walled |
| Inner cells | thin-walled | thick-walled | thick-walled | thick-walled |
| The corolla tube | | | | |
| Columnar epidermis | absent | absent | present | present |
| Pericarp | | | | |

续表 2

| 性状 Characters | <i>Crawfordia</i> | <i>Tripterospermum</i> | <i>Gentiana</i> | |
|------------------|-------------------|------------------------|------------------------|-----------------|
| | | | Sect. <i>Stenogyne</i> | Other sections* |
| Epidermal cells | thick-walled | thick-walled | thick-walled | thick-walled |
| Inner cells | thin-walled | thick-walled | thin-walled | thin-walled |
| Nectary | | | | |
| Epidermis | present | present | present | present |
| Secretory tissue | present | present | present | present |
| Vascular tissue | present | present | absent | absent |

Note: * After Gopal et al. (1962).

花萼附属物在不同科中出现,表明这是由于趋同进化造成的。但是在褶花类群中,这一性状不可能是由趋同进化造成的,而是因为它们来源于一个最近的共同祖先的结果,说明褶花类群间具较近的亲缘关系。

3. 花萼筒和花冠筒的解剖结构

从表 2 比较发现蔓龙胆属的花萼筒主要由薄壁细胞构成,花冠筒的表皮细胞不呈柱状排列。双蝴蝶属、狭蕊组及龙胆属其他组的花萼筒均由厚壁细胞构成,双蝴蝶属的花冠筒表皮细胞也不呈柱状排列,而龙胆属狭蕊组和龙胆属的花冠筒表皮细胞呈柱状排列。

4. 花丝的解剖结构

褶花类群的花丝两侧均具宽窄不等的翅。

5. 腺体

褶花类群的腺体均位于子房柄基部,双蝴蝶属和蔓龙胆属的腺体中具维管束,而狭蕊组和龙胆属其他组的腺体中无维管束(表 2)。Fahn (1953) 指出,花蜜腺在被子植物中的进化,主要沿着向顶向心发展,Fahn 仅强调蜜腺在位置上的演化趋势。邓彦斌(1995) 在研究了十字花科的花蜜腺后,提出花蜜腺结构的演化趋势,即有维管束的花蜜腺应比无维管束类型进化。因此,双蝴蝶属和蔓龙胆属的腺体比龙胆属狭蕊组和龙胆属的进化。

综合以上分析,褶花类群在花部解剖结构上存在较多的相似特征,表明褶花类群间可能具有较近的亲缘关系。同时双蝴蝶属、蔓龙胆属、龙胆属狭蕊组和龙胆属之间在花被维管束上差异较大,故双蝴蝶属和蔓龙胆属应作为一独立属处理较为合适,而且两属的花被维管束和腺体比龙胆属狭蕊组和龙胆属的进化。龙胆属狭蕊组的系统位置有待进一步的研究。

参 考 文 献

- 邓彦斌、胡正海, 1995, 十字花科植物花蜜腺的比较形态学研究, 植物分类学报, 33 (3): 209~239。
梁汉兴, 1986, 四福花花部解剖及维管系统的研究, 云南植物研究, 8 (4): 436~440。
Agarwal V. C., 1951, Vascular anatomy of the flower of some species of the *Asclepiadaceae*. M. S. Thesis, Agra Univ.

- Arber A. , 1913, On the structure of the androecium in *Parnassia*. Ann Bot 27: 491~510.
- Clarke C. B. , 1875, Notes on India *Gentianaceae*. Journ Linn Soc London, Botany 14: 423~457.
- Davis G. L. , 1966, Systematic Embryology of the Angiosperms. New York: John Wiley & Sons Inc.
- Eames A. J. , 1961, Morphology of the angiosperms. New York: McGraw-Hill Book Company Inc.
- Fahn A. , 1952, On the structure of floral nectaries. Bot Gaz 113: 464~470.
- Fahn A. , 1953, The topography of the nectary in the flowers and its phylogenetic trends. Phytomorph. 3: 424~426.
- Gopal K. G. , V. Puri, 1962, Morphology of the flower of some *Gentianaceae* with special reference to placentation. Bot Gaz, 124: 42~57.
- Ho T. N. , 1995, *Gentianaceae* In Flora of China. Vol. 62. Beijing: Science Press and St. Louis: Missouri Bot. Gard.
- Ho T. N. , S. W. Liu, 1990, The infrageneric classification of *Gentiana* (*Gentianaceae*). Bull Br Mus Bot, 20: 169~192.
- Lindsey A. A. , 1938, Anatomical evidence for the *Menyanthaceae*. Amer J Bot, 25: 480~485.
- Lindsey A. A. , 1940, Floral anatomy in the *Gentianaceae*. Amer J Bot, 27: 640~651.
- Love A. , D. Love, 1976, The natural genera of *Gentianaceae*. In Kachroo P. (eds.), Recent advanced in Botany, Prof. P N Mehra Commemorative Volume 205~222. Dehra Dun, Delhi.
- Marquand C. V. B. , 1931, New Asiatic gentianas: II. Bull Misc Inf Roy Gard Kew, 1931: 68~88.
- Marquand C. V. B. , 1937, The gentianas of China. Bull Misc Inf Roy Gard Kew, 1937: 134~180.
- Puri V. , 1951, The role of flora anatomy in the solution of morphological problems. Bot. Rev. 13: 471~557.
- Smith H. , 1965, Notes on *Gentianaceae*. Not Bot Gard Edinb, 26 (2): 253.
- Toyokuni H. , 1965, Systema gentianinarum novissimum. Symb. Asnhikaw. 1: 147~158.
- Woodson R. E. , 1936, Observations on the floral fibres of certain *Gentianaceae*. Annals Botany, 50: 759~766.
- Yuan Y. M. , P. Kupfer, 1995, Molecular phylogenetics of the subtribe *Gentianinea* (*Gentianaceae*) inferred from the sequences of internal transcribed spacers (ITS) of nuclear ribosomal DNA. Pl Syst Evol, 196: 207~226.
- Yuan Y. M. , P. Kupfer, J. J. Doyle, 1996, Infrageneric phylogeny of the genus *Gentiana* (*Gentianaceae*) inferred from nucleotide sequence of the internal transcribed spacers (ITS) of nuclear ribosomal DNA. Amer. J. Bot. 83 (5): 641~652.

STUDIES ON FLORAL ANATOMY OF *CRAWFURDIA* WALL. AND ITS RELATED TAXA (*GENTIANACEAE*)

Chen Shilong He Tingnong Liu Jianquan

(Northwest Plateau Institute of Biology, The Chinese Academy of Sciences, Xining, 810001)

Hong Deyuan

(Laboratory of Systematic and Evolutionary Botany, Institute of Botany, The
Chinese Academy of Sciences, Beijing, 100093)

Abstract

The present paper reports the characters of floral anatomy of *Crawfordia*, *Tripterospermum* and *Gentiana* Sect. *Stenogyne*. The results are used to discuss the systematic relationships of *Crawfordia*, *Tripterospermum* and *Gentiana* Sect. *Stenogyne*. *Crawfordia* has 10 bundles in calyx tube and 15 bundles in corolla tube, there is vascular bundle in gland at the base of ovary. *Tripterospermum* has 5 bundles in

calyx tube and 10 bundles in corolla tube, there is vascular bundle in gland at the base of ovary. *Gentiana* Sect. *Stenogyne* has 12 bundles in calyx tube and 15 bundles in corolla tube, there is no vascular bundle in gland at base of ovary.

The similar characters of these group are as follows; 5 bundles in stamen; 1 dorsal bundle and 2 ventral bundle in one carpel; winged filaments; squamellae at the base of calyx tube; thick-walled epidermal cells and thin-walled inner cells of pericarp in capsular. Comparison with *Crawfordia*, *Tripterospermum*, *Gentiana* and *Gentiana* Sect. *Stenogyne*, the plicata corolla group might have close relationships. It is better treat *Crawfordia* and *Tripterospermum* as two distinct genera. *Crawfordia* and *Tripterospermum* are more advanced than G. Sect. *Stenogyne* and other sections of *Gentiana* according to evolutionary trends of the floral anatomical characters.

Key words: *Crawfordia*; *Tripterospermum*; *Gentiana* Sect. *Stenogyne*; Floral anatomy; Gentianaceae

STUDIES ON FLORAL ANATOMY OF CRAWFURDIA WALL AND ITS RELATED TAXA (GENTIANACEAE)

Chen Shilong He Tingrong Liu Jianqun

(Northwest Plateau Institute of Biology, The Chinese Academy of Sciences, Xining, 810001)

Hong Dequan

(Laboratory of Systematic and Evolutionary Botany, Institute of Botany, The
Chinese Academy of Sciences, Beijing, 100033)

Abstract

The present paper reports the characters of floral anatomy of *Crawfordia*, *Tripterospermum* and *Gentiana* Sect. *Stenogyne*. The results are used to discuss the systematic relationships of *Crawfordia*, *Tripterospermum* and *Gentiana* Sect. *Stenogyne*. *Crawfordia* has 10 bundles in calyx tube and 15 bundles in corolla tube, there is vascular bundle in gland at the base of ovary. *Tripterospermum* has 5 bundles in