植物学通报 *Chinese Bulletin of Botany* 2007, **24** (1): 80-86, www.chinbullbotany.com

·研究论文·

黄连属(毛茛科)花的形态发生

辜天琪[1, 2], 任毅[1*]

[1] 陕西师范大学生命科学学院, 教育部药用植物资源与天然药物化学重点实验室, 西安 710062;

[2] 陕西理工学院, 汉中 723001

摘要 本文运用扫锚电子显微镜(SEM)观察了黄连属(*Coptis*)植物花的形态发生和发育过程, 结果表明, 该属植物所有的花部器官均为螺旋状发生, 雄蕊为向心式发育, 花瓣原基有微弱的延迟发育, 心皮原基为对折型(即马蹄形), 子房为半封闭类型, 子房柄是在发育过程中形成的。通过与其它具T-型染色体类群在花形态发生上的比较, 认为黄连属表现出了某些原始的性状, 这一结果与分子系统学研究认为黄连属为毛茛科的基部类群的结论一致。

关键词 黄连属, 毛茛科, 花, 形态发生

辜天琪, 任毅(2007). 黄连属(毛茛科)花的形态发生. 植物学通报 **24,** 80-86.

毛茛科是一个分布于全世界的科, 有59属, 2 500种(Tamura, 1993)。分子系统学研究结果表明, 该科包括3个(Hoot et al., 1995, 不含*Hydrastis*)或4个(Ro et al., 1997; Wang et al., 2005, 包含*Hydrastis*)亚科, 即: (1) Hydrastidoideae, 仅含*Hydrastis*一属; (2) 黄连亚科(Coptidoideae), 含黄连属(*Coptis*)和特产于北美的*Xanthorhiza*; (3) 唐松草亚科(Thalictoideae), 包括其它具T(*Thalictrum*)-型染色体的属; (4) 毛茛亚科(Ranunculioideae), 包括所有具R(*Ranunculus*)-型染色体的属。其中黄连亚科是该科中仅次于*Hydrastis*的最早的分支。分子系统学研究中将黄连属与*Xanthorhiza*置于同一个亚科的结果被染色体性状所支持, 毛茛科仅此2属具有x=9的类群(Gregory, 1941)。分子系统学研究关于黄连属在毛茛科中系统位置的观点与传统分类的结果大相径庭。在传统分类中, 黄连属与特产于我国的星果草属(*Asteropyrum*)和*Xanthorhiza*同置于黄连族(trib. Coptideae), 该族被置于唐松草亚科(subfam. Thalictroideae)(肖培根, 1979)或扁果草亚科(subfam. Isopyroideae)(Tamura and Kosuge, 1989; Tamura, 1993)或黄连亚科(subfam. Coptidoideae)(Tamura, 1966)。

黄连属与*Xanthorhiza*近缘的观点除被分子系统学研究结果(Johansson and Jansen, 1993; Hoot et al., 1995; Kosuge et al., 1995; Ro et al., 1997; Wang et al., 2005)和染色体性状(Gregory, 1941)所支持外, 也得到了叶的宏观和微观性状的系统学分析结果的支持(Hoot, 1991)。

花的形态发生和发育越来越多地被应用于被子植物的系统发育研究。目前有关毛茛科植物花形态发生的研究资料已有一定的积累(van Heel, 1981, 1983, 1984; Endress, 1995; 冯旻等, 1995; Ren et al., 2004; Chang et al., 2005; Tucker and Hodges, 2005), 但仅涉及心皮的早期发育(van Heel, 1981, 1983, 1984)、花器官的发生序列(Endress, 1995)或一些具体的族或属, 如*Hydrastis*(Tobe and Keating, 1985)、耧斗菜属(冯旻等, 1995; Tucker and Hodges, 2005)、银莲花属(Chang et al., 2005)、独叶草属(*Kingdonia*)(Ren et al., 2004)、天葵属(*Semiaquilegia*)和假扁果草属(*Enemion*)(Tucker and Hodges, 2005)等, 而有关黄连属植物花的形态发生发育研究尚未见报道。作为毛茛科系统发育中最早分出来的类群之一, 黄连属植物在毛茛科植物系统学研究中具有非常重要的作用。除染色

收稿日期: 2006-09-04; **接受日期**: 2006-11-14
基金项目: 国家自然科学基金(No. 30370095)
* **通讯作者**。E-mail: renyi@snnu.edu.cn

https://www.sciengine.com/doi/10.3724/CBB-t26-310

体基数为9这一性状在毛茛科中显得较为特殊外, 在花的形态上也表现出了一定的特殊性, 如心皮具柄、子房不完全闭合等。那么黄连属植物在花的形态发生和发育上是否也表现出一定的特殊性, 或是否能够显示出其在毛茛科中基部类群的特征呢？这是我们所关心的问题之一。另外, 作为毛茛科系统发育中时期的分支类群, 对黄连属植物花的形态发生和发育过程的揭示, 将有助于理解该科的系统发育关系和花的形态发生过程的演变历程, 同时对进一步比较研究整个毛茛科植物花形态发生发育规律, 具有重要意义。因此本文以黄连(*Coptis chinensis*)为代表, 运用扫描电子显微镜(SEM)对黄连属植物花的形态发生和发育进行了观察, 以揭示黄连属植物花的形态发生和发育规律。

1 材料和方法

黄连(*Coptis chinensis*)的花芽于2003年10月至2005年11月每隔一周采自陕西省南郑县响水镇的栽培植株(凭证标本: 辜天琪SN001, SANU), 材料用FAA(38%甲醛:冰醋酸:70%乙醇=5:5:90)固定, 乙醇和乙酸异戊酯系列脱水, 真空CO_2临界点干燥, 粘台、喷金镀膜后在日立HITACHI S-570扫描电镜下观察照相。

2 观察结果

2.1 黄连成熟花序和花的形态特征

黄连的花序为二歧或多歧聚伞花序, 有3-8朵花。花辐射对称、下位, 花部各器官分离。花萼片绿色, 5枚, 长椭圆状卵形; 花瓣10枚, 排成2轮, 黄色, 线状披针形, 顶端渐尖; 雄蕊约20枚, 分化为花丝和花药, 花丝较长; 心皮8-12枚, 有子房、花柱和柱头的分化, 子房基部有柄, 柱头微外弯, 每个心皮中有多数倒生胚珠。果实为蓇葖果。

2.2 黄连花序和花的发生与发育

2.2.1 花序的发生与发育

黄连叶全部基生, 花序原基从每年的6月下旬开始于根状茎的顶端形成, 然后花序轴不断伸长, 在11月露出地面, 12月下旬花器官分化完成, 次年1月花开放。

每一花芽包着一个花序, 花序外有总苞片。花序原基为三角形, 在一个花序中, 顶端的花原基先产生(图1A)。当顶花开始分化出第一枚花萼片时, 顶花下面苞片的腋部发生第一级侧花原基, 两个侧花原基间的夹角约为120°(图1B)。在第一级侧花下方, 又可以产生第二级的侧花原基(图1C), 因此黄连的花在发生和发育上均为离心式。苞片原基为三角形, 顶端膨大, 较尖(图1A-C)。

2.2.2 花器官的发生与发育

以聚伞花序的顶花为代表描述黄连花器官的发生和发育。

花原基早期为椭圆形(图1A)。各花器官均以顺时针螺旋状向心式发生。第一枚花萼片发生于两个侧花原基夹角的反方向(图1B)。其后, 5个花萼片原基以2/5的顺序顺时针相继发生, 每2个萼片原基之间的夹角约为135°。有时有第6个萼片原基发生(图1D)。萼片原基刚发生时顶端较为平截, 基部呈较宽的新月形(图1B, D), 随后顶端逐步发育为圆钝的舌状(图4-6)。

在萼片完全发生以后, 花瓣按照相同的序列发生(图1D, E)。第一枚花瓣原基与最后一枚萼片原基在大小上有着明显的区别(图1D), 但与后来发生的雄蕊无明显的区别, 均为半球形, 基部较狭(图1F), 即在花器官形态发生的早期阶段, 无法明确区分花瓣和雄蕊原基。根据黄连成熟花的结构, 我们将先发生的10原基确认为花瓣原基, 而以后发生的原基确认为雄蕊原基(图1E, F)。以后, 雄蕊原基持续在花托的周围发生, 而在花托的中央区域不产生任何原基(图1F)。花瓣和雄蕊间的区别在心皮发生时仍然不明显(图1G), 直到心皮原基发生对折时, 雄蕊开始分化出花药和花丝, 而花瓣成为椭圆形的结构时, 才能明显区别(图1H)。此时, 花瓣的发育较雄蕊的发育慢, 即花瓣有微弱的延迟发育。但当雄蕊分化完成后, 花瓣的发育又快于雄蕊, 其长度很快超过雄蕊(图1I)。

当雄蕊原基发生后, 花托成为倒锥形, 顶端变得比较平坦, 心皮原基出现于倒锥形花托的边缘, 仍然以螺旋状的方式发生(图1J)。心皮原基在发生后不久, 在腹面纵

https://www.sciengine.com/doi/10.3724/CBB-t26-310

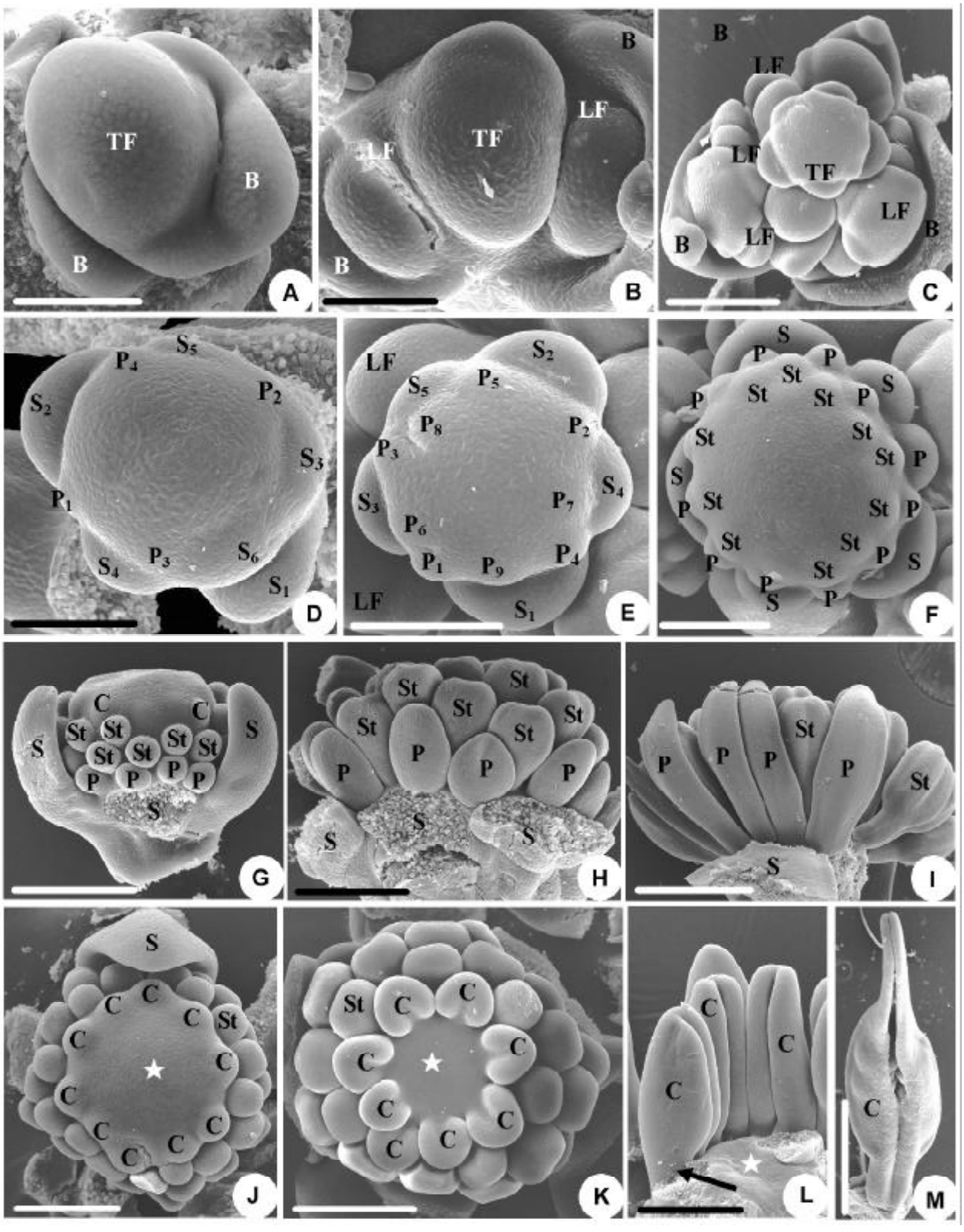


图 1
Figure 1

https://www.sciengine.com/doi/10.3724/CBB-t26-310

向出现凹沟(图 1K), 即黄连心皮原基为对折的。随后, 在心皮原基纵向伸长的过程中, 由于侧面的生长速度较快, 形成明显的对折(图1L), 此时, 心皮的基部生长速度变慢, 产生最初的子房柄(图 1L, 箭头所示)。当心皮近于成熟时, 明显分化为3个部分: 中部膨大为子房, 上部将沿腹缝线分化柱头组织, 下部分化为子房柄(图 1M), 此时的子房并没有完全闭合, 可以明显看到子房中的胚珠原基(图 1M)。

当所有心皮原基产生后, 在花托的顶端部分留有一空隙而不再形成新的心皮原基(图1J-L), 此空隙一直保留到花成熟, 最后被心皮所遮盖。

3 讨论

按照对毛茛科植物分子系统学的研究结果, 黄连属与 *Xanthorhiza*一起被置于黄连亚科中, 该亚科是毛茛科中仅次于单型的 Hydrastidoideae 的早期分支(Ro et al., 1997; Wang et al., 2005)。该结果显示了黄连属植物

←

图1 黄连花器官的形态发生

(A) 一个花序中的顶花原基 (bar = 86 μm);
(B) 示侧花的发生和顶花第一枚萼片的发生 (bar = 100 μm), (B, C, 花序原基);
(C) 示侧花又产生二级侧花 (bar = 250 μm);
(D) 示萼片和前数枚花瓣原基的发生(bar = 120 μm), (D-M, 花原基; D-F, 顶面观);
(E) 花瓣原基的发生(bar = 120 μm);
(F) 雄蕊原基的发生 (bar = 120 μm);
(G) 示心皮原基的发生和花瓣、雄蕊原基在形状和大小上无区别 (bar = 200 μm), (G-I, 侧面观);
(H) 示花瓣原基延迟发育 (bar= 250 μm);
(I) 示花瓣后来发育速度加快, 长度超过雄蕊 (bar = 0.5 mm);
(J) 示心皮原基的发生和花托中央的空隙(星号) (bar = 200 μm), (J, K, 顶面观);
(K) 示心皮原基发生对折, 星号示花托中央的空隙 (bar = 200 μm);
(L) 示心皮生长, 腹缝线形成, 子房基部出现子房柄(箭头) (bar = 200 μm), (L, M, 心皮的侧面观);
(M) 一个近于成熟的心皮, 示子房不完全闭合 (bar = 0.6 mm)。
B: 苞片; C: 心皮; LF: 侧花原基; P: 花瓣; S: 萼片; St: 雄蕊; TF: 顶花原基。字母后的数字代表发生顺序

Figure 1 Floral morphogenesis of *Coptis chinensis*

(A) A terminal floral primordium of an inflorescence (bar = 86 μm);
(B) Initiation of lateral flower and the first sepal of terminal flower (bar = 100 μm); (B, C, Inflorescence primorida);
(C) Occurrence of lateral flowers of second order (bar = 250 μm);
(D) Initiation of sepals and some outmost petals (bar = 120 μm); (D-M, Floral primordial; D-F, Above view);
(E) Initiation of petal primordia (bar = 120 μm);
(F) Initiation of stamen primordia (bar = 120 μm);
(G) Initiation of carpel primordia, showing petal, stamen, and carpel stamen primordia are similar in shape and size (bar = 200 μm); (G-I, Side view).
(H) Retarded petals (bar= 250 μm);
(I) Petals develop fast in later developmental stage and exceed stamens in length (bar = 0.5 mm);
(J) Initiation of carpel primordia and a hump (asterisk) in the center of receptacle without any floral organ occurred (bar = 200 μm); (J, K, Above view);
(K) Carpels conduplicated, the asterisk indicates the hump (bar = 200 μm);
(L) Carpels develop lager, ventral suture forms, and ovary stalk appears (arrow) (bar = 200 μm); (L, M, Side view of carpels);
(M) A near mature carpel, showing unclosed ovary (bar = 0.6 mm);
B: bract; C: carpel; LF: lateral floral primordium; P: petal; S: sepal; St: stamen; TF: terminal floral primordium. The number after the letters indicates the initiation sequence of the floral organs

https://www.sciengine.com/doi/10.3724/CBB-t26-310

在毛茛科植物系统演化研究中的重要性, 同时也显示了该属植物与毛茛科其它植物间的联系和区别。

在花器官的形态发生和发育方面, 黄连属显示出了其与毛茛科其它植物之间的联系和区别, 具体表现在花器官的发生序列、心皮的发生和发育方式、花瓣的发生与发育方式等方面。

3.1 花器官的发生序列

在花器官的发生序列方面, 在毛茛科植物的成熟花中, 轮状和螺旋状花序列共存(Schöffel, 1932; Endress, 1995)。在大多数属中花器官的发生是螺旋状的(Endress, 1995), 但在不同的亚科(Wang et al., 2005)中有所不同。在Hydrastidoideae的唯一代表*Hydrastis*中, 所有的花器官(花被片、雄蕊和心皮)的发生均为螺旋状(Tobe and Keating, 1985)。根据目前已经报道过的类群来看, 类似的情况也发生在毛茛亚科的银莲花属中(Chang et al., 2005), 而在唐松草亚科的耧斗菜属(冯旻等, 1995; Tucker and Hodges, 2005)、天葵属和假扁果草属(Tucker and Hodges, 2005)的花萼为螺旋状发生, 其它花部器官为轮状发生。黄连属所有花器官均为螺旋状发生, 因此黄连属在花器官发生序列上与Hydrastidoideae和毛茛亚科的银莲花属植物相似, 而与同样具T-型染色体的唐松草亚科植物不同。因此花器官螺旋状的发生方式应该是毛茛科植物的基本类型。

3.2 心皮的发生和发育

黄连属植物心皮的发生与毛茛科其它多胚珠属(van Heel, 1981, 1983, 1984)的情况相同, 均为对折心皮, 但黄连属植物的心皮表现出了两个较为独特的性状, 即子房半封闭和具子房柄。从目前的资料来看, 毛茛科其它植物的心皮只在个体发育的早期阶段是开放的(Endress and Igersheim, 1999; Tucker and Hodges, 2005; Chang et al., 2005), 黄连属植物心皮的开放状态一直可以保持到花期。一般认为开放的心皮代表着一种原始状态, 因此与上述各属相比, 黄连属显示出了其原始的一面, 这与分子系统学的研究结果是一致的。但从个体发育过程来看, 黄连属植物子房柄是在心皮个体发育的后期才出现的, 这可能是一个次生性状。

3.3 花瓣的发生与发育

在毛茛科植物中, 雄蕊的一个重要演化方向就是最外轮雄蕊变为蜜腺叶或花瓣, 即花瓣和雄蕊是同源的(Kosuge and Tamura, 1989; Kosuge, 1994; Lehmann and Sattler, 1994; Ronse Decraene and Smets, 1995; Erbar and Leins, 1998)。在发生时, 黄连属的花瓣原基和雄蕊原基在形状和大小上没有明显的差别, 二者在心皮原基分化开始形成子房时才逐渐表现出发育上的差异, 但花瓣原基与萼片原基在形态上有着明显的区别。这一事实支持黄连属的花瓣与雄蕊是同源的。此外, 黄连属植物的花瓣在发育过程中有延迟发育现象, 这与毛茛科其它具花瓣的类群是一致的(Tamura, 1965, 1984)。但在黄连属中, 花瓣的延迟发育表现得较为微弱, 即在个体发育过程中, 只有很短时间的延迟发育, 这一点与其它已经观察过的毛茛科具花瓣类群不同。

黄连属植物心皮的半开放状态、花瓣微弱的延迟发育等花器官发生和发育特征表明该属在毛茛科中是一个相对特殊的类群, 同时也证明分子系统学研究中(Ro et al., 1997; Wang et al., 2005)将该属置于毛茛科基部的观点。

另外, 黄正方等(1983)通过石蜡切片法对黄连花个体发育过程的观察结果显示, 花瓣原基的形成晚于雄蕊原基。而我们的观察结果表明, 黄连的花瓣原基的发生明显早于雄蕊原基, 这可能由于黄正方等(1983)没有观察整个花芽发育过程所致。

参考文献

冯旻, 傅德志, 梁汉兴, 路安民 (1995). **耧斗菜属花部形态发生**. **植物学报 37**, 791–794.

黄正方, 杨美全, 陈大尧, 彭光富, 刘茂禄, 黎道奎 (1983). **黄连花芽分化的初步观察**. **西南农学院学报 5**, 111–116.

肖培根 (1979). **中国植物志(第 27 卷)**. **北京**: **科学出版社**. pp. 592–598.

Chang HL, Ren Y, Lu AM (2005). Floral morphogenesis of *Anemone rivularis* Buch.-Ham. ex DC. var. *flore-minore* Maxim.

https://www.sciengine.com/doi/10.3724/CBB-t26-310

(Ranunculaceae) with special emphasis on androecium developmental sequence. *Acta Bot Sin* **47**, 257–263.

Endress PK, Igersheim A (1999). Gynoecium diversity and systematics of the basal eudicots. *Bot J Linn Soc* **130**, 305–393.

Endress PK (1995). Floral structure and evolution in Ranunculaceae. *Plant Syst Evol* **9** (Suppl), 47–51.

Erbar CS, Leins KP (1998). Development and interpretation of nectary organs in Ranunculaceae. Flora **194**, 317–332.

Gregory WC (1941). Phylogenetic and cytological studies in the Ranunculaceae Juss. *Trans Am Phil Soc* (*ns*) **31**, 441–520.

Hoot SB (1991). Phylogeny of the Ranunculaceae based on epidermal microcharacters and macromorphology. *Syst Bot* **16**, 741–755.

Hoot SB, Johansson JT, Kosuge K (1995). Phylogeny of the Ranunculaceae based on preliminary *atpB*, *rbcL* and 18S nuclear ribosomal DNA sequence data. *Plant Syst Evol* **9** (Suppl), 241–251.

Johansson JT, Jansen RK (1993). Chloroplast DNA variation and phylogeny of the Ranunculaceae. *Plant Syst Evol* **187**, 29–39.

Kosuge K, Sawada K, Denda T, Adachi J, Watanabe K (1995). Phylogenetic relationships of some genera in the Ranunculaceae based on alcohol dehydrogenase genes. *Plant Syst Evol* **9** (Suppl), 263–271.

Kosuge K, Tamura M (1989). Ontogenetic studies on petals of the Ranunculaceae. *J Jap Bot* **64**, 65–74.

Kosuge K (1994). Petal evolution in Ranunculaceae. *Plant Syst Evol* **8** (Suppl), 185–191.

Lehmann NL, Sattler R (1994). Flora development and homeosis in *Actaea rubra* (Ranunculaceae). *Int J Plant Sci* **155**, 658–671.

Ren Y, Li ZJ, Chang HL, Lei YJ, Lu AM (2004). Floral development of *Kingdonia* (Ranunculaceaes, Ranunculales). *Plant Syst Evol* **247**, 145–153.

Ro KE, Keener CS, McPheron BA (1997). Molecular phylogenetic study of the Ranunculaceae: utility of the nuclear 26S ribosomal DNA in inferring intrafamilial relationships. *Mol Phylogenet Evol* **8**, 117–127.

Ronse Decraene LP, Smets EF (1995). Evolution of the androecium in the Ranunculiflorae. *Plant Syst Evol* **9** (Suppl), 63–70.

Schöffel K (1932). Untersuchungenüber den Blütenbau der Ranunculaceae. *Planta* **17**, 315–371.

Tamura M, Kosuge K (1989). Classification of the Isopyroideae (Ranunculaceae). *Acta Phytotax Geobot* **40**, 31–35.

Tamura M (1965). Morphology, ecology and phylogeny of the Ranunculaceae. IV. *Sci Rep Osaka Univ* **14**, 53–61.

Tamura M (1966). Morphology, ecology and phylogeny of the Ranunculaceae. VI. *Sci Rep Osaka Univ* **15**, 13–25**.**

Tamura M (1984). Phylogentical consideration on the Ranunculaceae. *Kor Jar Pl Tax* **14**, 33–42.

Tamura M (1993). Ranunculaceae. In: Kubitzki K, Rohwer JG, Bittrich V, eds. The Families and Genera of Vascular Plants, Vol. 2. New York: Springer-Verlag. pp. 563–583.

Tobe H, Keating RC (1985). The morphology and anatomy of *Hydrastis* (Ranunculales): systematic reevaluation of the genus. *Bot Mag Tokyo* **98,** 291–316.

Tucker SC, Hodges SC (2005). Floral ontogeny of *Aquiegia*, *Semiaquilegia*, and *Enemion* (Ranunculaceae). *Int J Plant Sci* **166**, 557–574.

van Heel WA (1981). A SEM-investigation on the development of free carpels. *Blumea* **27**, 499–522.

van Heel WA (1983). The ascidiform early development of free carpels. ASEM-investigation. *Blumea* **28**, 231–270.

van Heel WA (1984). Variation in the development of ascidiform carpels. ASEM-investigation. *Blumea* **29**, 443–452.

Wang W, Li RQ, Chen ZD (2005). Systematic position of *Asteropyrum* (Ranunculaceae) inferred from chloroplast and nuclear sequences. *Plant Syst Evol* **225**, 41–44.

https://www.sciengine.com/doi/10.3724/CBB-t26-310

Floral Morphogenesis of *Coptis* (Ranunculaceae)

Tianqi Gu[1, 2], Yi Ren[1*]

[1]*College of Life Sciences, Shaanxi Normal University, Key Laboratory of Medicinal Plant Resource and Natural Pharmaceutical Chemistry of Ministry of Education, Xi'an 710062, China;*

[2]*Shaanxi University of Technology, Hanzhong 723001, China*

Abstract The floral morphogenesis of *Coptis* was observed under scanning electron microscopy (SEM). The initiation of all floral organs of the genus is spiral, the petal primordia are slightly retarded, the developmental sequence of the stamens is centripetal, the carpel primordia are conduplicate (i.e., horse-shoe shaped), the ovaries are half closed and the ovary stalk is formed in the developmental process. In comparing the floral morphogenesis with that of other genera with T-type chromosomes in the family, we considered that *Coptis* contains some primitive characters. The results are consistent with molecular systematic studies showing *Coptis* as one of the basal groups of Ranunculaceae.

Key words *Coptis*, Ranunculaceae, flower, morphogenesis

Gu TQ, Ren Y (2007). Floral morphogenesis of *Coptis* (Ranunculaceae). *Chin Bull Bot* **24,** 80-86.

* Author for correspondence. E-mail: renyi@snnu.edu.cn

(**责任编辑**: **白羽红**)

中国植物学会 2007 年学术活动计划表(续)

序号	活动名称	主要内容	时间	规模(人)	地点
9	第 7 届全国药用植物和植物药学术研讨会	针对国家西部大开发的战略和西部少数民族植物药的特殊性, 开展学术讨论和研究	8 月	150 人	乌鲁木齐
10	2007 年全国植物园学术年会	交流植物园的迁地保护的现实和实践; 植物园科普教育和创新; 植物园与社会可持续发展; 新型植物园的发展方向	9 月	120 人	河北省石家庄
11	第 5 届全国苏铁学术会议	开展苏铁资源调查、生物学、毒物学和苏铁的开发利用及相关技术方法等学术交流; 介绍国际苏铁研究、保育与利用动态	10 月	100 人	福建省福州
12	期刊、学会与生态学家的互动高级研讨班	自然科技杂志及学报编辑人员培训; 学术带头人及骨干英文论文写作培训; 专业学会带头人的领导与专业预见能力培训	5 月	待定	北京
13	2007 年全国中学生生物学冬令营	选拔选手代表我国参加第 16 届国际中学生生物学奥林匹克竞赛	1 月	18 人	北京
14	2007 北京第 3 届兰花展	普及兰花资源保育以及发展兰花产业的理念, 同时宣传兰花分会, 扩大影响力	2 月	待定	北京
15	第 17 届中国(武汉)兰博会		3 月	待定	武汉
16	2007 年国际生物奥林匹克竞赛出国培训	对选手进行培训, 为参加国际生物奥林匹克竞赛做准备	6 月	4 人	北京

资料来源: **中国植物学会办公室**

联系人: **蔡瑞娜** **电话**: 010-82599636 E-mail: bsc@ibcas.ac.cn

https://www.sciengine.com/doi/10.3724/CBB-t26-310