

繁缕和鹅肠菜的花维管束系统比较解剖学 研究及其系统学意义

李祖任, 胡楠, 杨吉刚, 杨冰, 廖海民*

(贵州大学生命科学学院, 贵阳 550025)

摘要: 运用石蜡制片技术, 对繁缕(*Stellaria media*)和鹅肠菜(*Myosoton aquaticum*)的花维管束系统进行了比较解剖观察, 为其系统分类提供了一定的科学依据。研究结果表明, 两者维管系统有以下特征: (1)花梗部维管束以3束不封闭成环形式分布在中央区。(2)花梗顶部维管束形成一个封闭的分生组织环。(3)分生组织环最先呈辐射状分离出的外层10束, 每相隔一个束的那个束向外分裂出2束。其中15束是通往花萼的维管束, 5束是通往花瓣的维管束。通往花瓣的5束维管束又一分为二, 变成10束花瓣维管束。(4)分生组织环再呈辐射状分裂出10束, 形成雄蕊维管束。(5)在子房室区分生组织环再呈辐射状分裂出4子房隔膜束, 每束分裂出3束, 形成胎座维管束, 其数目为12束, 每一束均与一个胚珠相连, 从而使子房壁维管束数目增加到16束。鉴于繁缕和鹅肠菜花维管束系统的高度一致, 将鹅肠菜置于繁缕属比较恰当。

关键词: 繁缕; 鹅肠菜; 花维管束; 系统学

中图分类号: Q944. 5; Q949. 745. 8

文献标识码: A

文章编号: 2095-0837(2013)06-0525-08

Floral Vascular Comparative Anatomy of *Stellaria media* and *Myosoton aquaticum* and its Systematic Significance

LI Zu-Ren, HU Nan, YANG Ji-Gang, YANG Bing, LIAO Hai-Min*

(College of Life Sciences, Guizhou University, Guiyang 550025, China)

Abstract: The floral vascular anatomy of *Myosoton aquaticum* and *Stellaria media* were compared by paraffin section, which supplied scientific data for systematy. Results on the floral vascular anatomy showed that: (1) Vascular of pedicel had three bundles that an unclosing ring, which scattered within the central region. (2) At the top-pedicel, bundles formed a closing meristem ring. (3) The meristem ring was radially divided into ten parietal bundles. Each bundle was divides into two, with 15 bundles linked to the sepals and five linked to the petals. These five bundles divided again to from 10 petal vasculars. (4) The meristem ring was radially divided into 10 bundles from stamen vascular. (5) In the locular region, the meristem ring was radially divided into four locular parictal bundles. Each locular parictal bundle divided into three to from 12 placental bundles, which were linked to the ovule everyone. The ovary wall had 16 bundles. It is appropriate that *M. aquaticum* belongs to *Stellaria*, based on the high similarity in vascular anatomy of *M. aquaticum* and *S. media*.

Key words: *Stellaria media*; *Myosoton aquaticum*; Floral vascular; Systematic

收稿日期: 2013-04-28, 修回日期: 2013-07-29。

基金项目: 贵州大学研究生创新基金项目“贵州省烟田主要杂草的苗期识别”(研农 2013029); 中国烟草总公司贵州省公司科技项目“贵州省烟草有害生物调查研究”(201022)。

作者简介: 李祖任(1987-), 男, 硕士研究生, 研究方向为植物分类与形态解剖学。

* 通讯作者(Author for correspondence): 廖海民, 博士, 教授, 主要从事植物分类及形态解剖学研究(E-mail: lhaimin@163.com)。

繁缕 (*Stellaria media*) 和鹅肠菜 (*Myosoton aquaticum*) 同属于石竹科繁缕亚科繁缕亚族植物, 均为全国常见的田间杂草。这两种杂草与农作物争肥争光, 对农作物的生产存在一定的危害, 尤其是繁缕在局部地区已成为优势种群^[1]。因此, 繁缕和鹅肠菜的正确识别和鉴定, 对制定正确的杂草防除方案有一定的意义。

繁缕属是石竹科中比较大的一个属, 对该属中种间的鉴定仍以形态学特征为主, 往往两种植物形态特征比较接近, 在种间分类上存在着一定的问题^[2]。鹅肠菜属为单种属, 仅有 1 种鹅肠菜 (又称牛繁缕), 该属早期曾被归于繁缕属。目前, 对繁缕属和鹅肠菜属植物的形态学研究有少量报道, 对其分类鉴定和系统进化有一定意义。Herbert 研究了繁缕腋芽的形态和形成过程, 他认为腋芽最初跟母芽是没有联系的, 在经过重大发育后才建立联系^[3]。Haskell G. 对繁缕在雄蕊数目 7 到 3 上的变异种进行了研究, 并发现繁缕雄蕊数目有减少的趋势^[4]。陈旭波等对华北地区繁缕属 16 种 2 变种, 以及其他 4 属 4 种植物的表皮微形态进行了观察, 结果表明繁缕属植物叶片下表皮存在气孔器, 上表皮仅少数种类缺乏气孔器, 存在的气孔器类型比较多, 该属叶表皮的微形态特征在种间差异明显^[5]。党荣理对新疆产繁缕属 12 种 1 变种植物的花粉进行了观测, 并将该属花粉分为孔膜突出型和孔膜下陷型^[6]。陈传权和俞秀英详细报道了鹅肠菜的休眠期, 种子发芽和种子出苗深度等生物学特性, 为防除提供了参考^[7]。

根据维管束进化保守学说理论, 植物的外部形态在长期的自然选择和进化适应过程中发生了较大变化, 但植物内部维管束系统却仍具有高度的进化保守性。花部维管束系统在一定程度上提供了进化过程的证据, 是分类学和系统进化学研究的重要领域^[8-10]。在花部维管束解剖方面前人已做了许多工作, 对研究植物外部形态变化和花器官起源等具有一定的意义。Joshi A. C. 和 Fotidar A. N. 对素馨花 (*Jasminum grandiflorum*)、夜花 (*Nyctanthes arbortristis*) 和欧丁香 (*Syringa vulgaris*) 等 12 种木犀科植物的花部维管束进行了解剖观察, 发现了一些比较奇特的现象^[11]。Frederick H. U. 和 Kawa-

no Shoichi 对东方胡麻花 (*Heloniopsis orientalis*) 的花部维管束进行了解剖学观察, 且研究了其心皮形态和花部形态, 认为花维管束和心皮形态与胡麻花属其他植物具有相似性, 证明东方胡麻花与它们处于同一系统位置^[12]。廖景平等运用石蜡切片技术研究了多种姜目植物的花部维管束系统发生情况, 探讨了其缺失雄蕊的去向及其唇瓣和腺体结构的属性, 并认为同源异形现象可为解释花器官属性提供重要线索^[13,14]。具较大系统分类地位的石竹科代表植物繁缕和鹅肠菜的花部维管束系统解剖学研究目前还未见报道。我们以繁缕和鹅肠菜花为材料, 对其花部维管束系统进行比较解剖学观察分析, 探讨两种植物花部维管束系统的走向, 拟为进一步明确繁缕属和鹅肠菜属植物种间的分类鉴定和系统关系提供新的形态学资料。

1 材料和方法

繁缕和鹅肠菜采集于贵州大学南校区校园。2013 年 3-4 月, 采集繁缕花柱为 2、3 和 4 的花数朵, 鹅肠菜花柱为 3、4 和 5 的花数朵, 经 FAA 固定后, 用番红-固绿染色, 常规石蜡切片法制片, 每朵花从花梗顶部至花基部作连续横切, 切片厚度为 7~9 μm , 用 Olympus Vanox 光学显微镜进行系统观察, 并拍照。

2 结果

2.1 繁缕花部形态

疏聚伞花序顶生; 花梗细弱, 具 1 列短毛, 花后伸长并下垂, 长 7~14 mm; 花萼卵状披针形, 长约 4 mm, 顶端稍顿或近圆形, 边缘膜质, 外面被短腺毛; 花瓣白色, 长椭圆形, 深裂达基部, 裂片近线形; 雄蕊 3~5, 短于花瓣; 花柱 2~4, 线形 (图版 I: 1)。

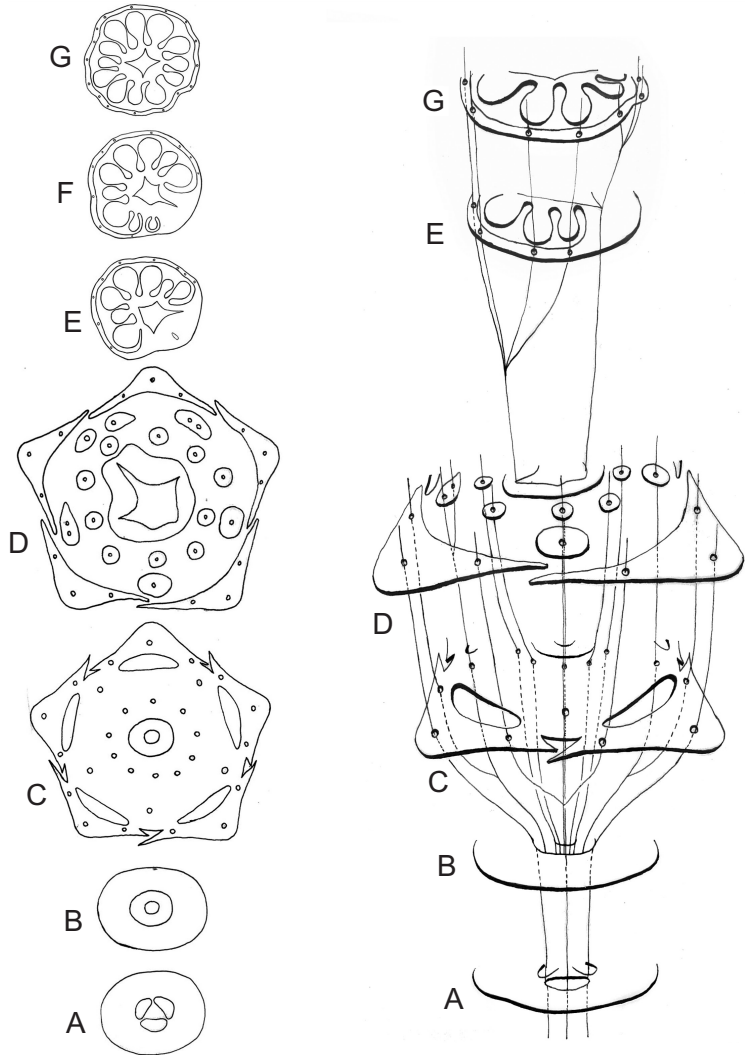
2.2 繁缕花部维管束系统

繁缕花梗部横切面呈近圆形, 最外一层为表皮层, 其下几层薄壁细胞为皮层, 皮层内为中央维管束区。中央维管束区由 3 束不封闭成环的维管束组成 (图版 I: 2)。维管束系统向上延伸, 木质部逐渐形成一个不封闭的环, 而韧皮部形成一个封闭的环 (图版 I: 3)。后此环向外呈放射状分离出 10

束维管束，与此同时在花梗中央形成一个分生组织环(图版 I：4，5)。最先分离出来的外层 10 束，分成 2 组各 5 束维管束，相间排列，每相隔一个束的那个束向外分裂出 2 束。其中 15 束是通往花萼的维管束，5 束是通往花瓣的维管束(图版 I：6)。通往花瓣的 5 束维管束又一分为二，成 10 束花瓣维管束(图版 I：7)。分生组织环在上行过程中再呈辐射状分裂出 10 束维管束，形成雄蕊束(图版 I：5~8)。维管束系统上行至子房室区，分生组织环在上行过程中再呈辐射状分裂出 4 束，其中在心皮腹缝线面 2 束，背缝线面 2 束(图版 I：8)。繁缕属于复心皮子房，3 心皮 1 室，由中轴胎座转

变为特立中央胎座，子房室内胚珠多数(图版 I：9~14)。在花瓣维管束和花萼维管束形成时，心皮腹缝线面和背缝线面的 4 束维管束，每束分裂出 3 束，形成胎座维管束，其数目为 12 束，每一束均与一个胚珠相连，从而使子房壁维管束数目增加到 16 束(图版 I：10，11)。中央区维管束根据花柱数目不同呈不同形状，花柱为 2 的花部中央区维管束平形排列(图版 I：12)，花柱为 3 的花部中央区维管束呈三角形(图版 I：13)，花柱为 4 的花部中央区维管束呈十字形(图版 I：14)，随后逐渐变小消失于子房室顶部。

繁缕花部主要维管束系统的走向见图 1。



A, B: 花梗部维管束; C, D: 子房下区维管束; E~G: 子房区维管束。
A, B: Vascular pedicel; C, D: Vascular sublocular region; E~G: Vascular locular region.

图 1 繁缕花部主要维管束横切走向(杨冰绘)
Fig. 1 Cross sections of main floral anatomy of *Stellaria media* (Yang Bing)

2.3 鹅肠菜花部形态

二歧聚伞花序顶生；花梗细，密被腺毛，花后伸长并下弯，长1~2 cm；花萼卵状披针形或长卵形，长4~5 mm，顶端较顿，边缘狭膜质，外面被腺柔毛；花瓣白色，深裂至基部，裂片线形或披针形，雄蕊10，稍短于花瓣；花柱3~5，线形(图版Ⅱ：1)

2.4 鹅肠菜花部维管束系统

鹅肠菜花梗部横切面呈近圆形，最外一层为表皮层，其下几层薄壁细胞为皮层，皮层内为中央维管束区。中央维管束区由3束不封闭成环的维管束组成(图版Ⅱ：2)。维管束系统向上延伸，木质部逐渐形成一个不封闭的环，而韧皮部形成一个封闭的环(图版Ⅱ：3)。后此环向外呈放射状分离出10束维管束，与此同时在花梗中央形成一个分生组织环(图版Ⅱ：4，5)。最先分离出来的外层10束，分成2组各5束维管束，相间排列，每相隔一个束的那个束向外分裂出2束。其中15束是通往花萼的维管束，5束是通往花瓣的维管束(图版Ⅱ：6，7)。通往花瓣的5束维管束又一分为二，成10束花瓣维管束(图版Ⅱ：8)。分生组织环在上行过程中再呈辐射状分裂出10束维管束，形成雄蕊束(图版Ⅱ：5~9)。维管束系统上行至子房室区，分生组织环再呈辐射状分裂出4束，其中在心皮腹缝线面2束，背缝线面2束(图版Ⅱ：9)。鹅肠菜属于复心皮子房，3~5心皮1室，由中轴胎座转变为特立中央胎座，子房室内胚珠多数(图版Ⅱ：10~15)。此时，心皮腹缝线面和背缝面的4束维管束，每束分裂出3束，形成胎座维管束，其数目为12束，每一束均与一个胚珠相连，从而使子房壁维管束数目增加到16束(图版Ⅱ：11~13)。中央区维管束根据花柱数目不同呈不同形状，花柱为3的中央区维管束呈倒三角形(图版Ⅱ：10)，花柱为5的类型呈五角星形(图版Ⅱ：14)，花柱为4的类型呈平行状(图版Ⅱ：15)，随后逐渐变小消失于子房室顶部。

鹅肠菜花部主要维管束系统的走向见图2。

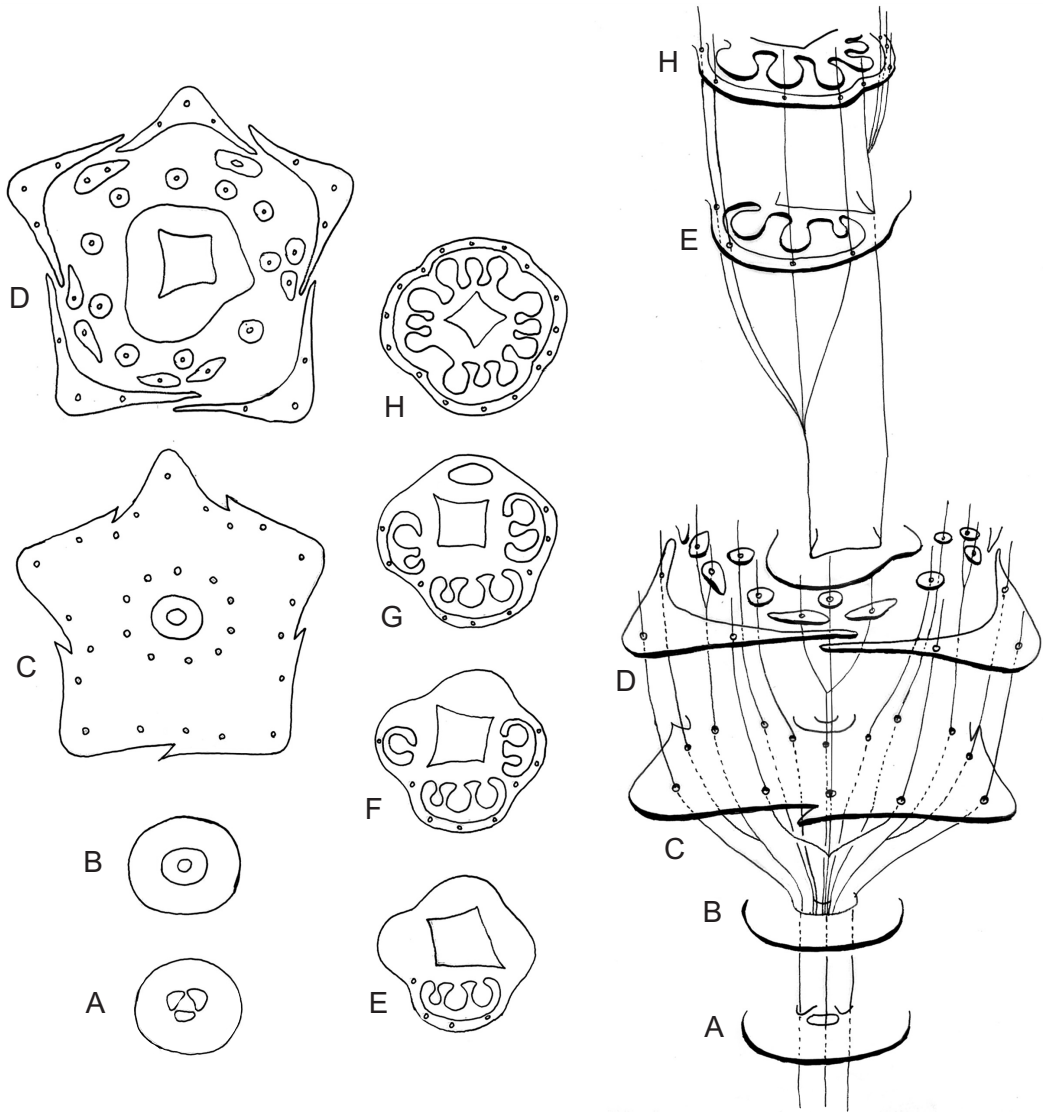
3 讨论

繁缕和鹅肠菜的花部维管束系统解剖结果表

明，两者维管系统有以下共同特点：(1)花梗部维管束位于中央区，由3束不封闭成环的维管束组成。(2)维管束系统向上延伸，木质部逐渐形成一个不封闭的环，而韧皮部形成一个封闭的分生组织环，此环呈辐射状分离出了花萼维管束、花瓣维管束、雄蕊维管束和雌蕊维管束。(3)最先分离出来的外层10束，分成2组各5束维管束，相间排列，每相隔一个束的那个束向外分裂出2束。其中15束是通往花萼的维管束，5束是通往花瓣的维管束。通往花瓣的5束维管束又一分为二，成10束花瓣维管束。(4)分生组织环再呈辐射状分裂出10束维管束，形成雄蕊维管束。(5)分生组织环在上行过程中再呈辐射状分裂出4束，其中在心皮腹缝线面2束，背缝线面2束。每束分裂出3束，形成胎座维管束，其数目为12束，每一束均与一个胚珠相连，从而使子房壁维管束数目增加到16束。由此可见，繁缕和鹅肠菜在花部维管束系统上有着高度的相似性。

石竹科植物外部形态学发生了大量趋同进化，如雄蕊数目减少、花柱数目减少、花瓣缺失等，使得属间和种间的鉴定较难确定，外部形态学特性在分类上已不是很可靠^[15]。目前，花柱数目是划分繁缕属(花柱数3)和鹅肠菜属(花柱数5)的重要性状特征^[16,17]。但经我们野外调查表明，鹅肠菜属植物花柱数目为不定数，存在花柱数为3、4和5的现象，并发现存在大量花柱数4的过渡类型，有从花柱数5向花柱数3减少的趋势。所以，以花柱数目为重要依据来划分石竹科繁缕属和鹅肠菜属是不可靠的。

石竹科繁缕属和鹅肠菜属的系统关系一直存在争议。鹅肠菜属为单种属，仅鹅肠菜一种，该属早期被归于繁缕属，但因其花柱数为5，蒴果5瓣裂，裂瓣顶端再二齿裂等特征存在区别，故单列为一属^[17,18]。近年来一些学者又提出鹅肠菜应该重新划入繁缕属，刘瑾等采用核rDNA中的ITS序列对6号繁缕族疑似种标本进行了分子系统分析并进行了鉴定，均被认定为鹅肠菜，其形态差异属于种下变异水平，且居群间有花柱数目减少的趋势，并支持鹅肠菜属重新并入繁缕属，以保证繁缕属的单系性^[19]。赵海光等分析了繁缕及其近缘种和鹅肠



A, B: 花梗部维管束; C, D: 子房下区维管束; E~H: 子房区维管束。
A, B: Vascular pedicel; C, D: Vascular sublocular region; E~H: Vascular locular region.

图 2 鹅肠菜花部主要维管束横切走向 (杨冰绘)

Fig. 2 Cross sections of main floral anatomy of *Myosoton aquaticum* (Yang Bing)

菜的 ITS 和 *trnL*-F 序列的碱基差异，并构建了 N-J 系统树，表明它们的亲缘关系相对较近，支持将鹅肠菜重新归入繁缕属的分类处理^[20]。陈旭波等选取茎的形状及是否被毛、叶长、叶宽等 55 个形态特征对繁缕属和鹅肠菜属进行了数量分类学研究，聚类分析和主坐标分析结果显示，鹅肠菜与繁缕亚组的关系较近，支持将鹅肠菜属并入繁缕属^[21]。

本研究对繁缕和鹅肠菜的花部维管束系统的解剖比较观察发现，两者无论在花部维管束起源，还是在花部维管束向上延伸过程中的走向都有着高度的相似性。从花部维管束系统的比较解剖观察结果

来看，支持将鹅肠菜属并入繁缕属。

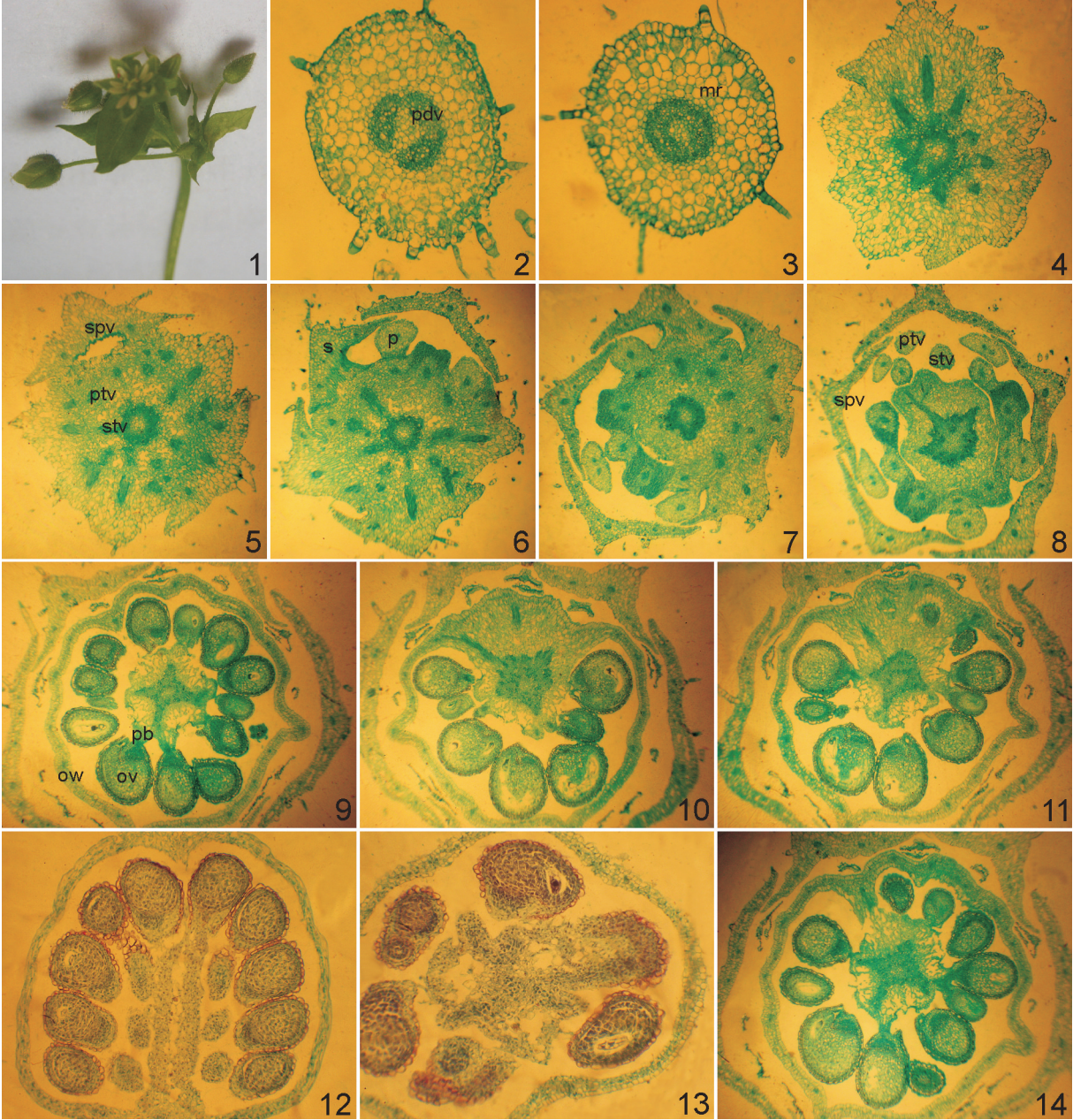
参考文献：

[1] 李祖任，徐爽，廖海民，晏升禄，陈风雷. 贵州省烟田杂草优势种调查[J]. 杂草科学，2012，30 (3)：32-36.
[2] 吴征镒. 中国繁缕属的一些分类问题[J]. 云南植物研究，1991，13(4)：351-368.
[3] Herbert B T. Morphology and axillary shoot formation in the anisocladous shoot of *Stellaria media* L. [J]. *Int J Plant Sci*, 1992，153(2)：230-238.
[4] Haskell G. Variation in the number of stamens in

- the common chickweed[J]. *J Genet*, 1949, 49 (3): 291–301.
- [5] 陈旭波, 刘全儒, 李燕. 华北地区繁缕属(*Stellaria* L.)植物表皮微形态特征研究[J]. 植物研究, 2010, 30: 527–536.
- [6] 党荣理. 新疆繁缕属植物花粉形态学研究[J]. 新疆大学学报: 自然科学版, 1995, 12(1): 76–80.
- [7] 陈传权, 俞秀英. 牛繁缕生物学特性与防除研究[J]. 植物保护学报, 1992, 19(1): 12, 16.
- [8] Henslow G. The origin of floral structures through insects and other agencies[M]. London: Kegan, Paul and Trench, 1888: 87.
- [9] Puri V. The role of floral anatomy in the solution of morphological problems[J]. *Bot Rev*, 1951, 17 (7): 472–553.
- [10] Carl L W. Vestigial structures and flower[J]. *Am J Bot*, 1982, 69(8): 1356–1365.
- [11] Joshi A C, Fotidar A N. Floral anatomy of the Oleaceae[J]. *Nature*, 1940, 145: 354–356.
- [12] Frederick H U, Kawano S. Vascular floral anatomy of the east Asian *Heloniopsis orientalis* (Thunb.)C. Tanaka(Liliaceae-Helonieae)[J]. *Bot Mag Tokyo*, 1981, 94: 295–311.
- [13] 唐源江, 廖景平. 鸭趾草花部维管束系统解剖学研究[J]. 武汉植物学研究, 2001, 19(2): 96–100.
- [14] 关岚岚, 邹璞, 廖景平. 舞花姜花部维管束系统的解剖学研究[J]. 西北植物学报, 2008, 28(12): 2385–2392.
- [15] Smissen R D, Clement J C, Garnock P J, Chambers G K. Subfamilial relationships within Caryophyllaceae as inferred from 5' *NDHF* sequences[J]. *Am J Bot*, 2002, 89(8): 1336–1341.
- [16] Linnaeus C. Species Plantarum[M]. Stockholm: Laurentii Salvii Press, 1753: 272–427.
- [17] 唐昌林, 柯平, 鲁得全, 周立华, 吴征镒. 中国植物志: 第26卷[M]. 北京: 科学出版社, 1996: 47–158.
- [18] Kubitzki K, Rohwer J G, Bittrich V. Caryophyllaceae[M]// The Families and Genera of Vascular Plants: Magnoliid, Hamamelid, and Caryophyllid Families. Berlin: Springer Verlag, 1993: 253–280.
- [19] 刘瑾, 吴耘珂, 马子驭, 何兴金. 基于核 rDNA ITS 序列的繁缕族疑似种分子鉴定[J]. 四川大学学报: 自然科学版, 2007, 44(5): 1101–1110.
- [20] 赵海光, 周建建, 曹珊珊, 郑玉红, 单宇, 夏冰. 基于 ITS 和 *trnL-F* 序列碱基差异的繁缕及其近缘种的亲缘关系分析[J]. 植物资源与环境学报, 2009, 18(1): 1–5.
- [21] 陈旭波, 孟世勇, 刘全儒. 石竹科繁缕属与鹅肠菜属的数量分类[J]. 植物学报, 2012, 47(3): 271–277.

李祖任等：图版 I

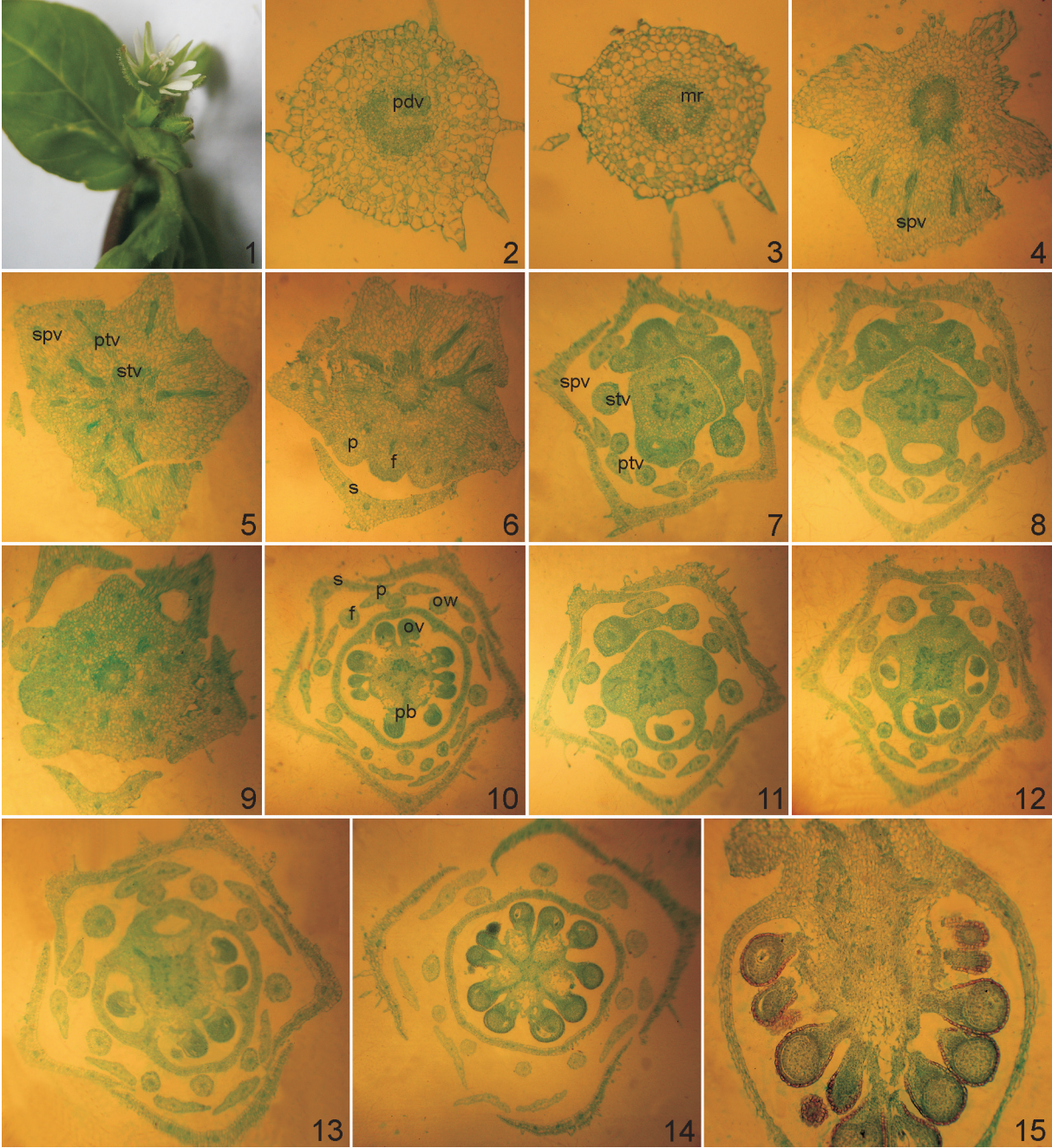
LI Zu-Ren *et al.*: Plate I



繁缕花维管束系统。s. 花萼; p. 花瓣; mr. 分生组织环; pdv. 花梗维管束; spv. 花萼维管束; ptv. 花瓣维管束; stv. 雄蕊维管束; ov. 胚珠; pb. 胎座维管束; ow. 子房壁。
1. 花形态; 2~14. 花不同水平横切面; 2, 3. 花梗维管束($\times 100$); 4~7. 子房下区维管束($\times 60$); 8~14. 子房区维管束($\times 60$)。
Floral vascular anatomy of *Stellaria media*. s. Sepal; p. Petal; mr. Meristem ring; pdv. Vascular pedicel; spv. Vascular sepal; ptv. Vascular petal; stv. Vascular stamen; ov. Ovule; pb. Placental bundles; ow. Ovary wall.
1. Flora I morphology; 2~14. Transverse sections at different levels in the flower; 2, 3. Vascular pedicel ($\times 100$); 4~7. Vascular sublocular region ($\times 60$); 8~14. Vascular locular region ($\times 60$).

李祖任等：图版 II

LI Zu-Ren *et al.*: Plate II



鹅肠菜花维管束系统。s. 花萼；p. 花瓣；mr. 分生组织环；pdv 花梗维管束；spv. 花萼维管束；ptv. 花瓣维管束；stv. 雄蕊维管束；f. 花丝；ov. 胚珠；pb. 胎座维管束；ow. 子房壁。

1. 花形态；2~15. 花不同水平横切面；2, 3. 花梗维管束(×100)；4~8. 子房下区维管束(×60)；9~15. 子房区维管束(×60)。

Floral vascular anatomy of *Myosoton aquaticum*. s. Sepal；p. Petal；mr. Meristem ring；pdv. Vascular pedicel；spv. Vascular sepal；ptv. Vascular petal；stv. Vascular stamen；f. Filament；ov. Ovule；pb. Placental bundles；ow. Ovary wall.

1. Floral morphology；2~15. Transverse sections at different levels in the flower；2, 3. Vascular pedicel (×100)；4~8. Vascular sublocular region (×60)；9~15. Vascular locular region (×60).

(责任编辑：王豫鄂)