



# 紫堇的花部综合特征与繁育系统的研究

夏青, 周守标\*, 张栋, 晁天彩

(安徽师范大学 生命科学学院 重要生物资源保护与利用研究安徽省重点实验室, 安徽 芜湖 241000)

**[摘要]** 目的:通过研究紫堇的花部综合特征和繁育系统,来了解其生物学特性,为其人工培育提供理论基础。方法:通过野外观察,运用杂交指数、花粉-胚珠比、花粉活力和柱头可授性、人工授粉和套袋实验等研究方法,对安徽师范大学赭山校区荷园内紫堇自然种群的开花动态及繁育系统进行了研究。结果:紫堇在3—5月份开花,群体花期72 d,一个总状花序花期14~24 d,单花花期5~10 d。开花过程中柱头与花药无明显空间隔离现象,由花粉活力检测和柱头可授性观察,可知雌蕊先于雄蕊成熟。杂交指数(OCI)为3,繁育系统为自交亲和,有时需要传粉者;花粉-胚珠比(P/O)857.14,为兼性异交;人工套袋和授粉实验证明其繁育类型倾向于自交。结论:紫堇的花部自身结构和传粉昆虫单一可能对结实率有一定的影响。

**[关键词]** 紫堇;开花动态;杂交指数;花粉-胚珠比;花粉活力;柱头可授性;繁育系统

对植物花部特征和繁育系统的了解是认识植物生活史的前提,也是对其进一步研究所必需的背景知识<sup>[1]</sup>。植物花的特征可以从2个层次上来认识,即花部构成和花的开放式样。花部构成是指包括花的结构、颜色、气味和蜜汁产量等单个花的所有特征;花的开放式样是指花在某一时间开放的数量和在花序上的空间排列,可看作花在群体水平上表现出的特征<sup>[2]</sup>。植物的繁育系统是指直接影响其后代遗传组成的所有有性特征<sup>[3]</sup>,主要包括花部综合特征、花各性器官的寿命、花开放式样、自交亲和程度和交配系统,其中交配系统是核心<sup>[4-5]</sup>。对植物花结构和繁育系统的了解是认识植物生活史的前提,可以为其他相关研究提供背景资料<sup>[6]</sup>。

紫堇 *Corydalis edulis* Maxim. 为罂粟科 Papaveraceae 紫堇属 *Corydalis* Vent. 植物,在《本草图经》中,又记载为楚葵、蜀堇、苔菜、水卜菜等。紫堇分布于我国山西、河南、陕西、甘肃、江苏、安徽、湖北、四川、浙江等省,多生于池城边、路边、林下、多石处等潮湿地方。其全草及根均可药用,具有清热解毒、止痒、收敛、润肺、止咳等功效,但有毒,不可生服。

由于紫堇独特的药用价值,目前国内对其研究多集中于其生理指标及化学成分分析上<sup>[7-9]</sup>,有关其繁育系统的研究,迄今尚未见报道。本实验既利用实地连续观察、显微观察、套袋授粉等方法,探讨紫堇繁育系统特征,包括其形态特征、开花周期、花朵数、花粉及柱头活力、访花昆虫种类等,这将对紫堇的可持续利用具有重要意义,并为紫堇的资源保护及人工栽培提供理论依据。

## 1 材料与方法

**1.1 样地自然状况** 研究样地位于安徽省芜湖市安徽师范大学赭山校区荷园,地处北纬31°20',东经118°22'。年均温度15~16℃,年降水量1200 mm,主要集中在6—8月,全年日照时数2000 h左右。气候特点是光照充足,雨量充沛,干湿季明显。实验材料由安徽师范大学周守标教授鉴定。

**1.2 花器大小测量及开花动态的观察** 于盛花期从紫堇自然群落中选取完全开放的小花20朵,直接测量上下花瓣、内2枚合生花瓣、距、雄蕊、雌蕊等花器的大小。

随机选取20个花序,挂牌标记。花序周期的调查是从各花序显蕾开始,每天观察1次,直到第1朵小花开放,随后每天早中晚各观察1次,记录每个花序上开花数直至最后1朵小花凋谢。单花花期的调查是从各花序上随机选取3朵小花,共观测60朵,自每朵小花开花后,每隔3~4 h观察1次,直到花朵凋谢。每天观测时记录其开花时间、同一花序上花朵开放顺序及花朵的组成、性状、颜色和柱头与花药的空间位置。开花日动态的调查是在盛花期选取

**[稿件编号]** 20110919004

**[基金项目]** 安徽省高校自然科学基金重点项目(kj2011A129);安徽省自然科学基金项目(11040606M77);安徽省高校生物环境和生态安全重点实验室专项(2004 sys003)

**[通信作者]** \*周守标,教授,E-mail:zhoushoubiao@vip.163.com

**[作者简介]** 夏青,硕士研究生,E-mail:xiaqing0510300@163.com



标记的50个花序,连续3d从5:00—19:00每隔1h观察1次,并记录开花个数。

**1.3 杂交指数(outcrossing index, OCI)的估算** 按照 Dafni<sup>[10]</sup>的标准进行花朵直径和开花行为的测定。①花朵直径 < 1 mm 记为 0; 1 ~ 2 mm 记为 1; 2 ~ 6 mm 记为 2; > 6 mm 记为 3。②花药开裂时间与柱头可授期之间的时间间隔,同时或雌蕊先熟记为 0; 雄蕊先熟记为 1。③柱头与花药同一高度记为 0, 不同高度记为 1。三者之和为 OCI 值,由 OCI 评判繁育系统类型。其评判标准为 OCI = 0, 为闭花受精; OCI = 1, 为专性自交; OCI = 2, 为兼性自交; OCI = 3, 为自交亲和,有时需要传粉者; OCI = 4, 为部分自交亲和,异交,需要传粉者。OCI 越大,植物的异交程度越大,越需要传粉者<sup>[10]</sup>。

**1.4 花粉/胚珠比(pollen-ovule ratio, P/O)的测定** 随机取刚开放且花药尚未开裂的小花 10 朵,带回实验室固定于 FAA 固定液中。固定一段时间后,从固定液中取出 1 朵花,剥下其全部花药,用 0.1 mol · L<sup>-1</sup> HCl 溶液在 60 °C 下水解去除药壁,制成 2 mL 花粉粒悬浮液,用 20 ~ 100 μL 量程的移液枪吸取 20 μL 于显微镜下观察统计花粉数量,重复取样观察 3 次,取其平均值记为 x, 则单花花粉数量等于 100x。统计 10 个花蕾的单花花粉量。取子房在解剖镜下用解剖针划开心皮,观察并记录其胚珠数,重复 10 次。用单花花粉总量除以单花胚珠数,即为 P/O。依据 Cruden<sup>[11]</sup>的标准评判其繁育系统类型。

**1.5 花粉染色活力及柱头可授性的检测** 花粉活力的检测采用 MTT[即 3-(4,5-二甲基噻唑-2)-2,5-二苯基四氮唑溴盐]染色法,即称取 0.5 g MTT,溶于 100 mL 生理盐水,60 °C 水浴助溶;配置好的 MTT 溶液用锡箔纸包住置于 4 °C 冰箱避光保存。因紫堇单花花期为 5 ~ 10 d,故将其设置 7 个花期阶段:花蕾期(花药未开裂),药裂期(上下花瓣微张伴有花药始裂),初盛期(上下花瓣张口达 45° ~ 60°),盛开期 1(上下花瓣张口 > 60°至花朵完全开放当天),盛开期 2(花朵完全开放后 2 ~ 4 d),开花末期(上下花瓣顶部开始发黄),谢花期(柱头外露,花瓣开始凋落)。取各阶段的少量花粉置于载玻片上,加 1 ~ 2 滴 0.5% MTT 溶液,盖上盖玻片;将装片于室温条件下放置 10 min,然后在光学显微镜下观察花粉染色情况。凡被染成紫红色的花粉活力较强,淡红色次之,无色者即为没有活力或不育的花粉<sup>[12]</sup>。

柱头可授性的检测采用联苯胺-过氧化氢法<sup>[10]</sup>。具体方法是在盛花期的 9:00,取不同发育时期的花,将柱头浸在含联苯胺-过氧化氢反应液(1% 联苯胺-3% 过氧化氢-水 4:11:22)的双凹载玻片中检测。若柱头具有可授性,周围反应液呈现蓝色并有大量气泡产生<sup>[13]</sup>。

**1.6 套袋及人工授粉实验** 对紫堇花进行如下处理:去雄,套袋,不授粉;去雄,不套袋,自然授粉;去雄,套袋,人工授同株异花花粉;去雄,套袋,人工授异株花粉;不去雄,套袋,自花授粉;不去雄,不套袋,自然授粉<sup>[14]</sup>。选择花序即将开放的植株,在花蕾开放前去除雄蕊并用纱网袋(底部可以收口)罩住整个植株,在花朵开放当天开始人工授粉,并在花朵开放 1 d 内重复授粉 3 ~ 4 次。2 ~ 3 周后检查网袋完好情况,并统计袋内紫堇植株的结实情况;待果实成熟后,采回统计结实率。

**1.7 传粉昆虫** 在紫堇野外群体中随机标记相隔一定距离的花序 20 个,于盛花期连续数日观察访花昆虫种类,访花行为及访花频率<sup>[15]</sup>。

## 2 结果与分析

**2.1 花器大小及开花动态** 紫堇的花为唇形,共有 4 枚花瓣,上面 1 枚基部膨大延伸成距,下面 1 枚平展,内 2 枚具爪,先端稍合生,包围着雌蕊和雄蕊。花朵开放时为粉红色,上下花瓣前端红紫色,渐变为紫色,顶端 2 裂。花开放顺序是沿总状花序由下而上依次开放,且每个花序每次只开放 1 ~ 2 朵。单花花期一般为 4 ~ 10 d,正常开放的花朵,柱头和花药被合生花瓣包围不外露。紫堇花器大小的测量结果见表 1。

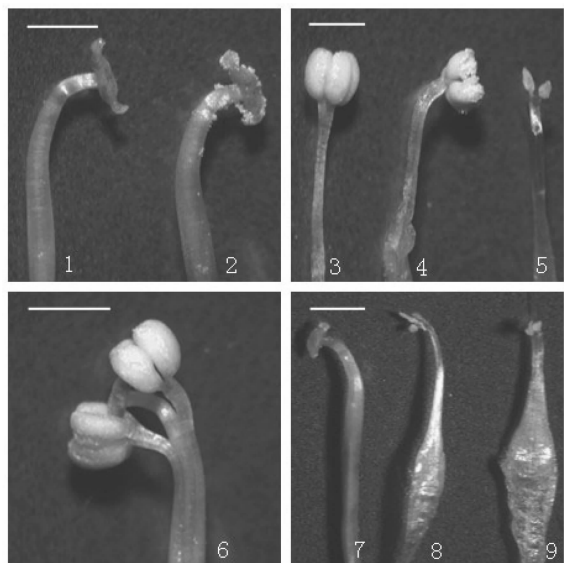
表 1 紫堇的花器参数( $\bar{x} \pm s, n = 20$ )

Table 1 Floral parameters of *Corydalis edulis* ( $\bar{x} \pm s, n = 20$ )

花器	大小/cm	花器	大小/cm
上花瓣长	1.882 ± 0.061	花柄长	0.500 ± 0.091
下花瓣长	1.475 ± 0.040	苞片长	0.443 ± 0.079
合生花瓣长	1.291 ± 0.027	苞片宽	0.266 ± 0.083
上下花瓣张口	0.929 ± 0.160	雌蕊长	1.186 ± 0.034
距长	0.634 ± 0.026	雄蕊长	1.124 ± 0.034

由表 1 数据可知,紫堇花的上下花瓣长分别为 1.882, 1.475 cm, 其距长为 0.634 cm, 占上花瓣全长的 1/3。其苞片卵形,全缘,长为 0.334 ~ 0.636 cm, 宽为 0.182 ~ 0.530 cm。每朵花有 6 枚雄蕊,合成 2 束,与外面 2 枚花瓣对生,长度为 1.124 cm; 上面 1

束雄蕊的花丝具蜜腺插入距内;花药着生方式为基着药,开裂方式为纵裂。雌蕊1枚,花柱呈一定角度的自然弯曲,总长度为1.186 cm。花药紧密包围柱头,使雄蕊和雌蕊在空间上不分离,见图1。



1. 未授粉的柱头;2. 授粉后的柱头;3. 花药尚未开裂的雄蕊;4. 花药刚开裂的雄蕊;5. 散粉结束的雄蕊;6. 柱头被花药紧密包围;7~9. 授粉结束后的雌蕊和雄蕊,子房开始膨大;图中标尺为1 mm。

图1 开花过程中雌蕊和雄蕊变化

Fig. 1 Changes in the pistil and stamens in the process of flowering

晴天时,绝大多数紫堇花在13:00—15:00开放,形成1个开花高峰,其日开花动态呈明显的正态分布趋势。但阴雨时,花朵开放时间滞后,开花高峰变得不明显,见图2。

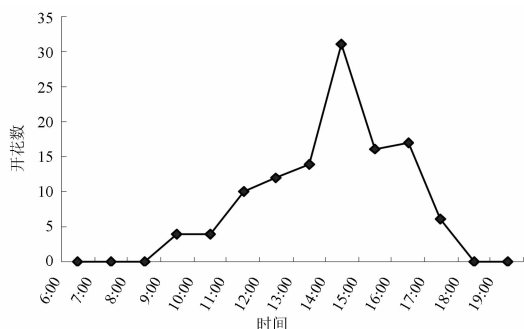


图2 紫堇开花日动态

Fig. 2 Blossoming diurnal dynamic

**2.2 杂交指数(OCI)** 紫堇花的上下花瓣呈唇形张开,可以用上下花瓣的张口作为衡量花朵直径的

依据。由表1可知,上下花瓣张口为0.929 cm,大于6 mm,记为3;花药开裂之前柱头已有可授性,即雌蕊先熟,记为0;雄蕊紧密包围雌蕊,花药与柱头同一高度,即空间不分离,记为0。所以紫堇的OCI=3,根据Dafni(1992)的标准,判断其繁育系统为自交亲和,有时需要传粉者。

**2.3 花粉/胚珠比(P/O)** 紫堇的单花花粉数为12 800~17 600,平均15 700粒;胚珠数为15~22,平均18个;P/O为872.22。根据Cruden(1976)的标准,紫堇花属于兼性异交。

**2.4 花粉染色活力和柱头可授性** 紫堇花的花粉在花药开裂前(花蕾期)已有一定的活力,见表2,并随着上下花瓣张口的增大而逐渐增强;当上下花瓣张口>60°后,即花朵开始完全盛开时,花粉活力最高,着色率可达89.51%。当花朵盛开第2天后,花粉活力开始下降,见表2。

表2 不同开花状态下的花粉染色活力

Table 2 The vitality of pollen staining under the different blossom state

不同开花状态	花粉活力/%
花蕾期	24.99
药裂期	33.61
初盛期	70.13
盛花期1	89.51
盛花期2	69.09
开花末期	59.64
谢花期	36.48

因紫堇花是总状花序,花朵从下往上递次开放,6枚雄蕊的花药分2束左右包裹住柱头,且二者均被合生花瓣包围而不外露。又因紫堇是雌雄蕊异熟,雌蕊柱头在花药开裂前具有一定的可授性,但直至盛花期时,柱头才有较高的可授性,随后到谢花期时,可授性稍稍降低,见表3;当花药开裂后,花粉达最高活性时,柱头可授性也达最高,见图3。

由此可见,花粉和柱头的最高活性在空间和时间上均达到一致,这一特点有利于紫堇花的自花授粉。当花粉活性逐渐降低时,柱头依然具有一定的可授性,传粉昆虫可将总状花序上后开小花的花粉(处于散粉初期,花粉活性高)携带至先开小花的柱头上,再次完成异花授粉。

**2.5 套袋及人工授粉实验** 授粉后观察,坐果的子

表3 不同开花阶段的柱头可授性检测结果

Table 3 The receptivity of stigma under the different blossom state

开花阶段	过氧化氢-联苯胺法检测
花蕾期	+ - / -
药裂期	+ - / + -
初盛期	+ - / + -
盛花期1	++ / ++
盛花期2	++ / + -
开花末期	++ / -
谢花期	+ - / -

注: - . 柱头周围没有气泡或没有被染上蓝色; + - . 柱头周围有少量气泡或被染上少量蓝色; ++ . 柱头周围有大量气泡或大部分被染上蓝色。

表4 紫堇套袋及人工授粉(n=20)

Table 4 Results of bagging and artificial pollination of *Corydalis edulis* (n=20)

不同处理	结籽率 %
去雄, 套袋, 不授粉	0
去雄, 不套袋, 自然授粉	31.39
去雄, 套袋, 人工授同株异花花粉	43.61
去雄, 套袋, 人工授异株花粉	28.33
不去雄, 套袋, 自花授粉	75.56
不去雄, 不套袋, 自然授粉	86.67

温的影响较大,多集中于11:00—14:00;单花拜访时间短,最长的也只有6~7s,且每次只访问花序上的1~2朵花。

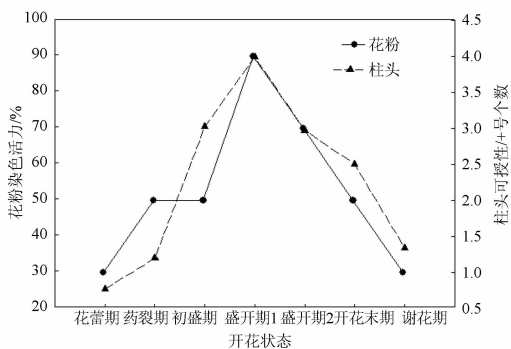


图3 紫堇花粉与柱头的活性变化的相关性

Fig. 3 The viability of pollen grains and stigma of *Corydalis edulis*

房开始膨大,呈暗绿色。套袋试验结果发现,去雄套袋不授粉的花没有种子,说明紫堇不存在无融合生殖;自然情况下直接套袋,结籽率可达75.56%,说明其存在自发自交,且自交的亲和性很高;自然情况下不作任何处理的对照组,结籽率达到最高,说明除自交外,还存在一部分的异交,因正常开放的紫堇花的雌蕊被内2枚合生花瓣包围,故其不存在风媒传粉,因而只存在昆虫介导的传粉方式。人工授同株异花花粉的结籽率高于人工授异株花粉的结籽率,且二者均低于非人工授粉情况下的自花自然授粉,说明该紫堇野生群体具有较强的自交亲和性,虫媒传粉对其影响极小,伴有异交,见表4。

**2.6 传粉媒介初步观测** 对紫堇盛花期的传粉昆虫观察表明,紫堇的访花昆虫数量不多,且种类单一,主要为膜翅目 Hymenoptera 的昆虫,常见的有蜜蜂科 Apidae 和熊蜂科 Bombidae,见图4;访花受气



A~D. 访花昆虫;E. 子房开始发育,柱头伸出花瓣;F. 子房发育,形成果实;G. 总状花序。

图4 访花昆虫与各时期花朵的观察

Fig. 4 Observation of visiting insects and flowers of different periods

### 3 讨论

**3.1 紫堇繁育系统的评判** 繁育系统具有多样性,近交衰退使近交的便利减小,而远交的代价又很高,且容易受外界条件的影响。然而进化是折中的,权衡近交和远交利弊后的途径便是混合交配系统。自然界中完全自交或异交的植物种类很少,大多数是两者兼有的混合交配模式<sup>[5]</sup>。按照 Dafni 的标准对



紫堇的异交指数(OCI)测定,表明其有性繁育系统为自交亲和,有时需要传粉者。依据 Cruden 以花粉-胚珠比(P/O)来评判繁育系统的标准,确定其属于兼性异交。套袋试验结果显示紫堇以自花授粉为主,并且观察到传粉昆虫的存在。由此可见,由 OCI,P/O 及套袋试验 3 种方法检测的紫堇的繁育系统结果基本一致,故认为紫堇的繁育系统为自交异交综合特征并存,并倾向于自交。

**3.2 紫堇的传粉系统** 传粉系统由花粉、柱头和传粉媒介 3 部分组成<sup>[2]</sup>。在有性生殖中,植物花的生物学特征与传粉机制相适应,高效的传粉过程是以大量的花粉、具有可授性的柱头以及有效的传粉媒介为前提<sup>[14]</sup>。对紫堇的花粉活力和柱头可授性的检测结果显示,两者均不存在问题。那对于传粉媒介来说,由于紫堇花的内 2 枚花瓣在尖端融合,将雄蕊和雌蕊包裹在内<sup>[16]</sup>,柱头只有在子房发育伸出花瓣时才露出,致使风媒传粉很难落到柱头上;虽有虫媒传粉,但数量和种类很少,且单花的访问时间不长,这可能与紫堇的开花季节有关,因其花期是 3—5 月,早春的低温环境致使昆虫缺乏以及虫媒传粉效率低。由此结果显示,紫堇花的传粉媒介问题是导致传粉系统不完善和影响结籽率的主要原因。紫堇的种子到底是自交的结果还是异交的结果,又或是自交异交并存的结果,还有待于进一步研究。

**3.3 紫堇的生殖补偿机制** 为了保证后代的生存,生物往往发展出一整套必要的生殖补偿机制,以保证物种繁衍的顺利进行<sup>[17]</sup>。紫堇花的柱头两端有 2 个接受花粉的触点,且 6 枚雄蕊合成 2 束,每 3 个花药正好包住 1 个柱头的触点,一旦花药开裂,散出的花粉直接落到柱头的触点上,完成接触性授粉。花药和柱头的这种紧密接触,提高了传粉的准确性,降低了花粉的损耗<sup>[18-19]</sup>。另外,紫堇花的柱头在花瓣脱落后,仍表现出一定的可授性,这也体现了在有性生殖方面的生殖补偿机制。紫堇是有性生殖和无性生殖并存的植物,在有性繁殖受阻的情况下,便以根茎进行旺盛的无性繁殖,这一种生殖补偿机制在一定程度上保持了其种群的繁衍能力。

**3.4 关于紫堇繁育系统的演化** 自交和异交是研究植物繁育系统过程中的一对中心问题,关于自交和异交之间的相互演化是系统发育检测的重点<sup>[17]</sup>。目前,关于自交和异交之间相互演化的理论已得到一些证实。高海拔的低温环境下,昆虫种类少、数量

少<sup>[20]</sup>,很多高山植物的交配系统就有向自交方向进化的趋势<sup>[21]</sup>;水生植物黄花蔺 *Limnocharis flava* 也有类似的进化趋势<sup>[22]</sup>。紫堇的花有异交特征,其花色鲜艳,外 2 枚花瓣呈唇形展开,异花授粉亲和等;但它又具有明显的自交特征,雌雄蕊的成熟在时间和空间上具有一致性,内 2 枚花瓣合生不开裂等,既阻碍异交传粉,又为自交创造一个良好的授粉环境。由此推断,紫堇有可能是由异交传粉向自交授粉演变的一个例证,这也可能与早春季节传粉昆虫的匮乏有关。

#### [参考文献]

- [1] 王崇云,党承林. 植物的交配系统及其进化机制与种群适应[J]. 武汉植物学研究,1999, 17(2): 163.
- [2] 黄双全,郭友好. 传粉生物学的研究进展[J]. 科学通报,2000, 45(3): 225.
- [3] Wyatt R. Pollinator-plant interactions and the evolution of breeding systems[M]. Orlando: Academic Press,1983:51.
- [4] 郭友好,陈家宽,杨继,等. 传粉生物学与植物进化[M]. 武汉: 武汉大学出版社,1994:232.
- [5] 何亚平,刘建全. 植物繁育系统研究的最新进展和评述[J]. 植物生态学报,2003, 27(2): 151.
- [6] 刘林德,祝宁,申家恒,等. 刺五加、短梗五加的开花动态及繁育系统的比较研究[J]. 生态学报,2002, 22(7): 1041.
- [7] 曾家豫,杨国兵,张继,等. 紫堇叶绿素稳定性的研究[J]. 食品工业科技,2008,29(1): 241.
- [8] 贝玉祥,董秀华,李干鹏,等. 紫堇中总生物碱体外清除活性氧自由基及抗氧化作用研究[J]. 食品科技,2008(9): 189.
- [9] 侯天德,刘阿萍,张继,等. 紫堇总生物碱对血压和离体主动脉平滑肌张力的影响[J]. 西北师范大学学报,2004, 40(4): 70.
- [10] Dafni A. Pollination ecology[M]. New York: Oxford University Press,1992:1.
- [11] Cruden R W. Intraspecific variation in pollen-ovule ratios and nectar secretion-preliminary evidence of ecotypic variation[J]. Ann Mo Bot Gard, 1976, 63(2): 277.
- [12] 张妍,杨发君,田义新. 穿龙薯蓣花粉活力及柱头可授性测定方法研究[J]. 安徽农业科学,2010, 38(5): 2344.
- [13] 黄修梅,郝丽珍,胡宁宝,等. 沙芥花粉萌发特性和柱头可授性的研究[J]. 园艺学报,2008, 35(10): 1473.
- [14] 关文灵,李叶芳,陈贤,等. 蝴蝶花花器结构和开花授粉生物学特性[J]. 园艺学报,2009, 36(10): 1485.
- [15] 李鹏,党承林. 短葶飞蓬的花部综合特征与繁育系统[J]. 生态学报,2007, 27(2): 571.
- [16] Zhu X F, Wan J P, Li Q J. Nectar robbers pollinate flowers with sexual organs hidden within corollas in distylous *Primula secundiflora* (Primulaceae)[J]. Biol Lett, 2010, 6(6): 785.
- [17] 张丙林,穆春生,王颖,等. 五脉山豆蔻开花动态及有性繁育系统的研究[J]. 草业学报,2006, 15(2): 68.



- [18] 任明迅. 植物雄蕊合生的多样性、适应意义及分类学意义初探[J]. 植物分类学报, 2008, 46(4): 452.
- [19] Harder L D, Johnson S D. Function and evolution of aggregated pollen in angiosperms[J]. Int J Plant Sci, 2008, 169: 59.
- [20] Maloof J E. Reproductive biology of a North American subalpine plant; *Corydalis caseana* A. Gray ssp. *brandegei* (S. Watson) G. B. Ownbey [J]. Plant Spec Biol, 2000, 15: 281.
- [21] Escaravage N, Flubacker E, Pornon A, et al. Stamen dimorphism in *Rhododendron ferrugineum* (Ericaceae): development and function[J]. Am J Bot, 2001, 88: 68.
- [22] 宋志平, 郭友好, 黄双全. 黄花蔺的繁育系统研究[J]. 植物分类学报, 2000, 38(1): 53.

## Floral syndrome and breeding system of *Corydalis edulis*

XIA Qing, ZHOU Shoubiao\*, ZHANG Dong, CHAO Tiancai

(Key Lab of Biological Resources Conservation and Utilization, College of Life Science, Anhui Normal University, Wuhu 241000, China)

[Abstract] A field investigation was conducted on the floral syndrome and breeding system of *Corydalis edulis* located in natural populations in campus of Anhui Normal University by out-crossing index, pollen-ovule ratio, artificial pollination and bagging experiment. The results showed that the plant was in bloom from March to May and flowering span among populations was 72 days. The flowering span for a raceme was 14-24 days. The life span of one single flower was approximately 5-10 days. Spatial positioning of stigma and anthers were spatially desperation on the day of anthesis. The filaments were shorter than the styles through pollen vitality and stigma receptivity experiments. A self-pollination breeding system was reflected by OCI 3, pollinators were required sometimes; A complex cross bred was indicated by P/O = 857.14, combined with the results of the bagging and artificial pollination experiment, the breeding system of *C. edulis* was mixed with self-pollination and outcrossing. The special floral structure and pests destroying may have a certain impact on seed-set rate.

[Key words] *Corydalis edulis*; floral dynamic; out-crossing index; pollen-ovule ratio; pollen vitality; stigma receptivity; breeding system

doi:10.4268/cjmm20120905

[责任编辑 吕冬梅]