

DOI:10.13275/j.cnki.lykxyj.2020.03.004

# 笔竹开花生物学特性研究

赵婉琪, 吴正春, 肖 姣, 国春策, 杨光耀, 于 芬\*

(江西农业大学林学院, 江西省竹子种质资源与利用重点实验室, 江西南昌 330045)

**摘要:** [目的] 探讨笔竹 (*Pseudosasa viridula*) 开花生物学特性。[方法] 通过野外实地观测和解剖观察研究笔竹的开花林相、开花动态、花器官构造、结实情况等开花生物学特性。[结果] 笔竹为连续开花型竹种, 花期为1—5月, 盛花期为3月初至4月中旬, 开花类型复杂多样, 主要分为老竹开花型、新竹开花型、不开花型3种类型; 自然条件下结实率极低, 仅为0.12%, 花后竹林更新主要通过无性繁殖。花序由3~4枚小穗组成, 每枚小穗上具小花8~10朵, 小花含1枚外稃、1枚内稃、3枚浆片, 雄蕊多数为3枚, 极少数为6枚, 1枚雌蕊, 柱头3裂, 羽毛状; 整个花序的开花顺序为自上而下, 各小穗上小花的开花顺序为自下而上, 为混合花序; 雌雄同熟, 果实为颖果。[结论] 本研究为竹类植物的杂交育种工作提供了参考。

**关键词:** 笔竹; 开花; 生物学特性; 林相

**中图分类号:** S759.1<sup>+</sup>5

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1001-1498(2020)03-0031-08

竹子是禾本科多年生植物, 大多数竹子在经历相当漫长的营养生长后, 转变为生殖生长, 直至开花结实<sup>[1-2]</sup>。竹子开花通常同步进行, 花后则伴随着集体死亡, 这对竹产业及生态安全造成极大危害, 但由于竹子开花无规律、花期难以预测、开花结实现象少见, 因此, 笔者对其有性生殖过程了解有限。目前, 关于竹子开花生物学特性的研究报道已有不少, 如雷竹 (*Phyllostachys praecox* C. D. Chu et C. S. Chao cv. Prevernalis)<sup>[3]</sup>、月月竹 (*Chimonobambusa sichuanensis* T. P. Yi)<sup>[4]</sup>、麻竹 (*Dendrocalamus latiflorus* Munro)<sup>[5]</sup>、毛竹 (*Phyllostachys edulis* (Carr.) Mitford cv. Pubescens)<sup>[6]</sup>、孝顺竹 (*Bambusa multiplex* (Lour.) Raeusch. ex Schult)<sup>[7-8]</sup>、箬竹 (*Qiongzhusa tumidinoda* Hsueh et Yi)<sup>[9]</sup>等, 而有关矢竹属 (*Pseudosasa* Makino ex Naka) 竹种的开花生物学特性研究极少。

笔竹为禾本科竹亚科 (*Bambusoideae*) 矢竹属竹种<sup>[10]</sup>。2018—2019年江西农业大学竹类植物种质园内的笔竹出现连续开花现象, 为笔者对竹类植物生殖生物学研究提供了契机。本文以笔竹为研究

对象, 从生物学角度观测其花期物候、花器官结构、开花类型及动态, 准确掌握其开花生物学特性, 以期对竹类植物开花机理和杂交育种研究提供基础资料。

## 1 研究地概况

试验地位于江西农业大学竹类植物种质园内的笔竹林, 地处江西省中部偏北位置 (115°49'11" ~ 115°49'23" E, 28°46'00" ~ 28°46'30" N), 海拔49.5 m, 属中亚热带湿润季风气候, 年平均气温17.0~17.7℃, 极端最高气温40.9℃, 极端最低气温-15.2℃, 年日照时数1 772~1 845 h, 年平均降水量1 567.7~1 654.7 mm。地形平坦, 土壤类型为黏重红壤, 微酸性。竹林样地面积约122 m<sup>2</sup>, 共计523株笔竹。

## 2 研究方法

### 2.1 林相变化及花后更新观察

2019年1—6月, 采用野外实地观测法对样地

收稿日期: 2019-12-16 修回日期: 2020-02-20

基金项目: 国家自然科学基金项目 (31460177、31000289)

\* 通讯作者: 于芬, 副教授, 硕士生导师, 主要从事竹类资源和竹子发育生物学研究. E-mail: yufen930@163.com

内 523 株笔竹的花期持续时间、林相变化及开花动态进行定期观测,对竹株构成进行统计。开花时期参照 Dafni<sup>[11]</sup>、林树燕<sup>[12]</sup> 研究进行:开花初期,竹林内约 25% 竹株开花;开花盛期,竹林内 50% 以上的竹株开花;开花后期,竹林内 25% 以下的竹株仍在开花;开花末期,竹林内少于 10% 的竹株开花。此外,花期结束后,观察、统计笔竹竹林花后结实率、实生苗及新竹数量。

## 2.2 花器官形态观察

采集盛花期(2019年3—4月中旬)内新鲜小穗,放入加了冰袋的保温箱内快速带回实验室,统计花序内小穗数量、小穗长度、小穗上小花数量,并在体视显微镜下对小花进行解剖,观察记录外

稃、内稃、浆片、雌蕊、雄蕊等花器官结构特征。

## 2.3 小花开花动态观察

2019年4月11日(晴,气温18~23℃),样地内随机选取30朵笔竹小花每隔1h观察其开花进程,记录小花开放、外稃张开、花药及柱头成熟、开裂散粉、稃片闭合等动态。

## 3 结果与分析

### 3.1 开花林相及花后更新

2019年1月中旬,江西农业大学竹类种质园内的笔竹出现成片开花现象。2019年1月16日至2月29日为开花初期(图1-1),大量笔竹形成花序(图1-2),整个竹林呈绿色;3月1日至4月



注: 1.开花初期竹林; 2.未开花小穗; 3.开花盛期竹林; 4.小花开放集中在小穗中、下部; 5.开花后期竹林; 6.小花开放集中在小穗上部; 7.末期竹林; 8.少量竹花仍在开放; 9.受虫食的小穗; 10.6月份竹林,新竹低矮细小; 11.9月份竹林,新竹生长旺盛; 12.新竹次年开花。

Notes: 1. Bamboo forest at the beginning of flowering; 2. Unflowering spikelets; 3. Bamboo forest at full bloom period; 4. The florets blooming in the middle and lower part of the spikelets; 5. Late period of flowering bamboo forest; 6. The florets blooming concentrated in the upper part of the spikelet; 7. Bamboo forest at the end of flowering; 8. A small amount of bamboo flowers were still blooming; 9. Caryopsis eaten by insect; 10. In June, new bamboo were small; 11. Bamboo forest in September with new bamboo grew vigorously; 12. New bamboo did not bloom in that year and bloomed the second year.

图1 笔竹开花林相

Fig. 1 Forest form of flowering forest

15日为开花盛期(图1-3), 此期竹林内50%~75%竹株开花, 这一阶段持续46d, 盛花期时间较长, 此阶段开花竹株出现集中开放现象, 小花开放多集中在小穗的中、下部(图1-4), 盛期末老叶逐渐变黄、脱落, 整个竹林呈黄色; 4月16日至25日为开花后期(图1-5), 开放的小花集中在小穗上部(图1-6); 4月26日至5月4日为开花末期(图1-7), 仅有少量竹株仍在开花(图1-8), 此时枝条开始抽出细小新叶。花后竹株不死, 受虫害影响严重(图1-9)。竹林更新主要以无性繁殖为主, 自然结实率极低, 仅为0.12%, 在竹林中没有观察到实生苗。观察发现, 2019年4月底笔竹的竹鞭开始长出新苗, 6月开始抽枝展叶(图1-10), 新竹生长旺盛(图1-11)。经过统计, 共萌发146株新竹, 新竹低矮细小, 一般高度为20~30cm, 最高可达75cm, 新竹当年不开花, 次年开花(图1-12)。

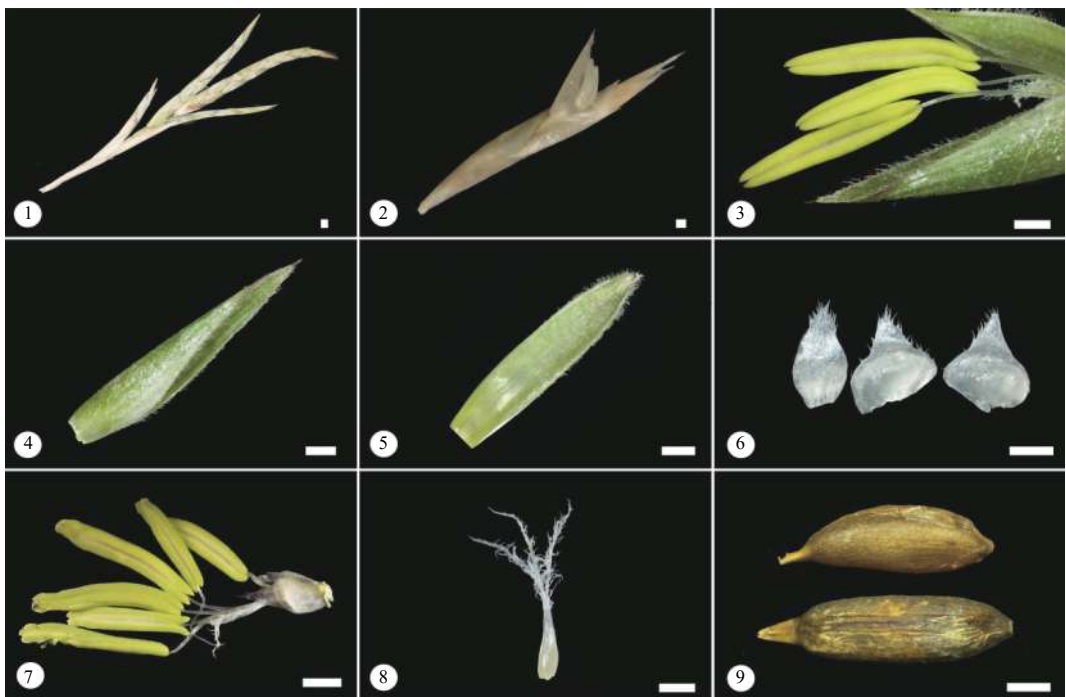
### 3.2 开花类型

笔竹开花类型复杂多样, 无论新竹、老竹都会开花, 花期维持110d左右, 且花后竹株不死, 属于连续开花型竹种, 花期长。根据笔竹开花特点并

统计样地内523株笔竹的开花类型, 整片竹林开花类型主要分为老竹开花型、新竹开花型、不开花型3种类型。老竹开花均为2年生及以上竹株, 数量占样地内竹株总数的69%。老竹开花类型又分为全株开花及半花半叶型, 全株开花老竹枝条上着生宽大的营养叶, 花后不死, 花芽可以生在上一年开过花的枝条上, 也可以在未开过花的枝条上发育; 半花半叶型竹株仅有部分枝条开花, 开花枝条上的新叶明显小于正常营养叶。样地内新竹开花占整片竹林的28%, 新竹由笋发育而成, 细小低矮, 具有宽大的营养叶, 当年不开花, 次年与竹林同步开花。此外, 样地内还存在3%的不开花竹株, 新竹、老竹皆有, 此类型竹株的枝条只生长营养叶, 无花或几乎不开花。

### 3.3 生殖器官形态结构

笔竹的每个花序一般由3~4枚小穗构成(图2-1), 具小穗柄, 每节着生一个小穗(图2-2)。小穗细长型, 青绿色, 体扁, 被白色绒毛, 长4~10cm; 每个小穗基部托2枚苞片, 内部无小花; 每个小穗包含8~10朵小花, 轴节间约5mm, 顶部含有不发育退化的小花; 小花为颖花, 由外



注: 1.花序; 2.小穗; 3.开放的小花; 4.外稃; 5.内稃; 6.浆片; 7.极少见的6枚雄蕊; 8.雌蕊; 9.果实。比例尺均为100mm。

Notes: 1.Inflorescence(4 spikelets); 2.Spikelet; 3.Opening floret(3 stamens); 4. Lemma; 5.Palea; 6. Lodicule; 7. The rare 6 stamens; 8. Gynoecium; 9. Caryopsis; Scale bar: 100 mm.

图2 笔竹花器官及果实形态结构

Fig. 2 Floral organs and fruit morphology of *Pseudosasa viridula*.



稃、内稃、浆片、雄蕊、雌蕊组成(图 2-3);内、外稃片各 1 枚,外稃环抱内稃,外稃呈青绿色,披针形,外被短纤毛,内侧光滑,先端尖锐且边缘被毛,具 10~14 脉,长 13~23 mm(图 2-4);内稃对生于外稃内侧,较外稃略短,披针形,仅在前端及边缘密被白色短毛,具 2 脊,脊间 5 脉,脊外每边 4 脉,长 9~19 mm(图 2-5);浆片 3 枚,长约 4 mm,宽约 2 mm,尖端均被长纤毛,呈半透明状,3 枚浆片不等大:靠近外稃一侧的 2 枚浆片较肥厚,卵圆形,靠近内稃一侧的浆片相对略薄,披针形(图 2-6);雄蕊通常为 3 枚,偶为 6 枚,由花丝与花药组成,花药由 4 个花粉囊组成,幼嫩花药为青绿色,较短,成熟花药为黄色,长 6~7 mm,基着药(图 2-7);花丝纤长透明,相互分离;雌蕊 1 枚,子房椭圆形,淡黄色,长 1~2 mm,花柱长约 1 mm,柱头白色,3 瓣,羽毛状,长 2~4 mm(图 2-8);果实为颖果,厚皮质,椭圆形,黄褐色,长约 12 mm,宽约 3~4 mm,表面光滑无毛,腹部具明显纵沟槽,宿存花柱较短,约 2 mm(图 2-9)。

### 3.4 小花开花动态

竹类植物依据是否具有浆片将竹花划分为开放型和闭合型,开放型竹花开花时浆片吸水膨大,将外稃撑开,雌、雄蕊伸出稃片外,雌雄同熟,散粉完成后,浆片失水皱缩,稃片闭合,雄蕊回缩或脱落;闭合型竹花不具浆片,开花时稃片不张开,雌雄异熟,柱头细长,伸出稃片外,授粉时间相对更长,更有利于掌握授粉时机。笔竹小花属于开放型。

于 2019 年 4 月 11 日 6:00—19:00,对 1 d 内标记的 30 朵笔竹小花的开花进程进行定时观测,随机选取的其中 6 朵小花的开花进程见表 1。

一天中不同的时间,均可观察到开放的笔竹小花,但主要集中在上午,下午开花数量最少。小花

开放时,浆片通过吸水膨大将外稃撑开,黄色的花药从中露出(图 3-1~3);随着时间推移,花丝迅速下垂,花药完全伸出稃片外(图 3-4);随着羽毛状的柱头由稃片内伸出,并展开,即小花发育达到成熟(图 3-5);花药开始散粉(图 3-6~7),花粉主要依靠风力及虫媒传播;散粉完成后花药、花丝逐渐萎缩(图 3-8),随着外稃闭合,花丝、柱头渐渐回缩,花药脱落或回缩至稃片内(图 3-9)。花药从微微露出至全部下垂约 4~5 h,而从花药开始散粉至花粉完全散出仅需 1 h,花药的露出与散粉受到气温、湿度等环境因素的影响较大,晴天较阴天花药从露出至开裂散粉的速度更快。

### 3.5 开花顺序

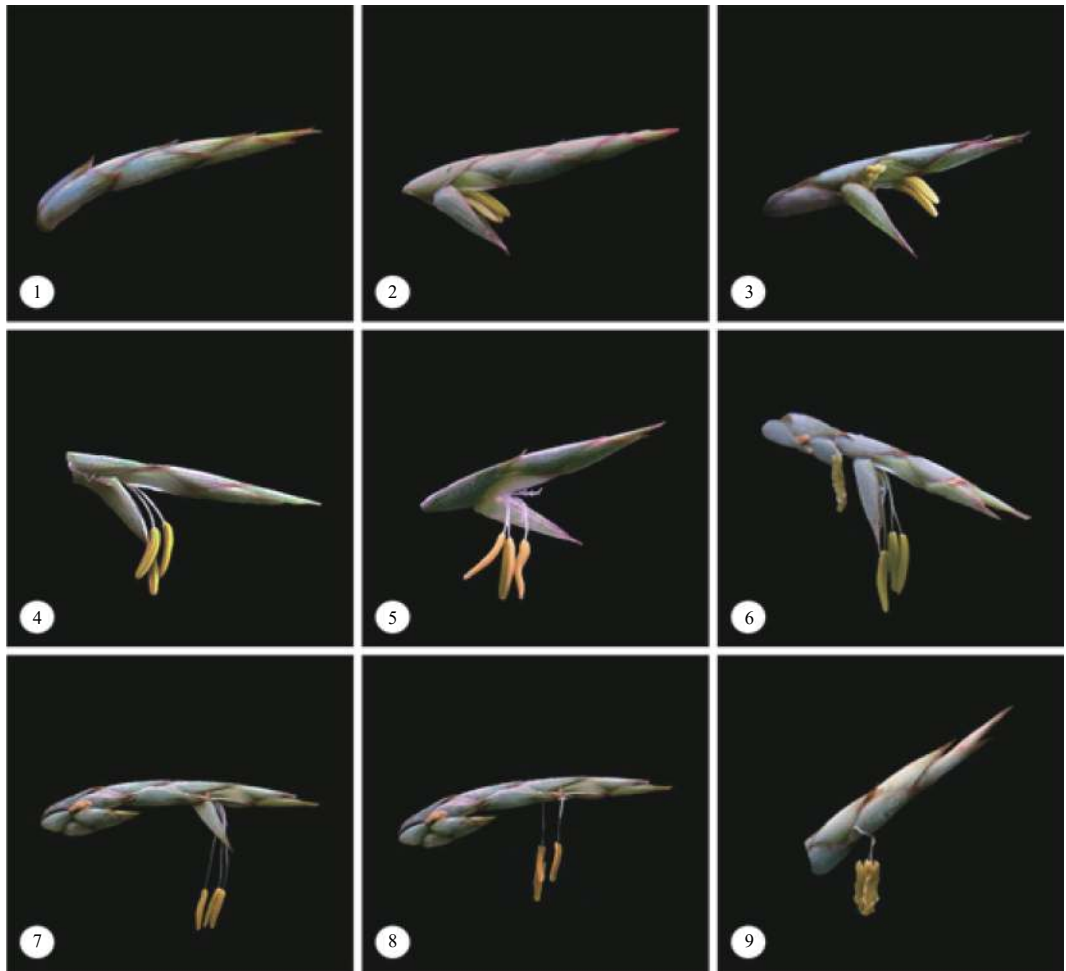
对笔竹的开花顺序进行观察发现,从整个花序看,花序轴顶端小穗的小花先开放,开花顺序自上而下(图 4-1~2);从单个小穗看,开花从小穗基部开始,依次向上,开花顺序自下而上(图 4-3~4);通过对同一小穗上不同部位的小花进行解剖,观察到雄蕊和雌蕊的发育顺序也是自下而上,基部的小花先成熟,顶部的小花不发育(图 4-5~6)。

## 4 讨论

竹子开花情况分为每年或近每年开花、成片且定期开花及不定期零星开花 3 种类型,每年或近每年开花的竹种如 *Ochlandra stridula* Moon ex Thwaites 等,花后不会出现竹株枯死的现象<sup>[13]</sup>;成片并定期开花的竹种多为散生竹种,有的竹种一次性开花结实后不再正常发笋,竹林地上和地下部分全部死亡,如毛竹,而有的竹种花后通过无性繁殖进行复壮更新,如雷竹、紫竹(*Phyllostachys nigra* (Lodd. ex Lindl.) Munro)、刚竹(*Phyllostachys sulphurea* (Carr.) A. et C. Riv. cv. Viridis) 等竹种;不定期零

表 1 笔竹小花开花进程  
Table 1 The opening process of florets

小花序号 Order number	开花进程 Flowering process
1	6:30 花药微露出→7:30 花药露出→8:25 花药全部伸出→11:30 花药完全下垂→12:35 花药开裂散粉
2	7:00 花药露头→9:30 花药完全伸出→11:50 花药完全下垂→13:05 花药开裂散粉
3	8:15 花药露头→11:20 花药全部伸出→12:30 花药完全下垂→14:00 花药开裂散粉
4	9:31 花药微露出→11:20 花药伸出一半→11:40 花药开始下垂→12:38 花药完全下垂→13:40 花药开裂散粉
5	9:37 花药全部伸出→10:56 柱头伸出→11:56 花药开始下垂→12:30 花药完全下垂→13:22 花药开裂散粉
6	10:30 花药露头→13:00 花药全部伸出→14:10 花药开始下垂→15:40 花药完全下垂→16:30 花药开裂散粉



注: 1. 尚未开花的小穗; 2. 花药微微露出; 3. 花药全部伸出; 4. 花药开始下垂; 5. 柱头完全伸出;  
6. 花药完全下垂; 7. 花药开始散粉; 8. 花丝回缩; 9. 花药萎缩

Notes: 1. Spikelets that have not yet bloomed; 2. Anther begun coming out; 3. The whole anther extend out; 4. Anther began dropping; 5. The stigma was completely protruding out; 6. The whole anther dropped down; 7. The dehiscent anthers; 8. Filaments were shrinking; 9. The shrinked anther.

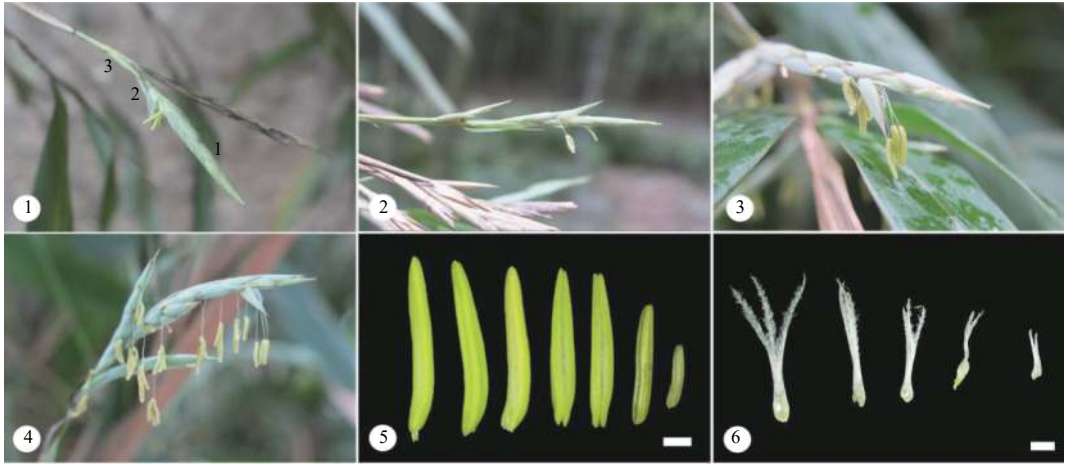
图3 笔竹小花开花进程

Fig. 3 The Flowering proceeding of *Pseudosasa viridula*

星开花的竹种除了开花竹株外, 其他竹株进行正常营养生长, 不会出现全林成片枯死的现象, 常见于丛生竹和混生竹, 如麻竹、福建茶秆竹 (*Pseudosasa amabilis* (McClure) Keng var. *convexa* Z. P. Wang) [14]。笔竹于2018年开花后, 已连续开花2 a, 竹林内无论新竹、老竹均会开花, 老竹开花比例显著高于新竹, 并且通过近2 a的观察看, 它们的盛花期时间一致, 都为每年的3月上旬至4月中旬左右; 花期结束后竹株不会枯死, 竹林进行无性繁殖更新。因此, 笔竹为成片且定期开花的竹种, 开花后竹林更新主要通过无性繁殖。

花序形态结构在竹子分类方面具有非常重要的地位。1943年, McClure [13] 根据研究提出“假小穗”

的概念, 将竹类植物的花序分为有限花序和无限花序2种类型, 小穗基部是否具有潜伏芽是划分二者的根本标准; 1986年, 耿伯介 [15] 以此为基础对竹子花序进一步定义为一次发生的有限真花序和续次发生的无限假花序; 2018年, 林树燕等 [16] 对翠竹 (*Pleiblastus pygmaeus* (Miq.) E.-G. Camus)、黄条金刚竹 (*Sasaella kongosanensis* ‘Aureostriatus’)、‘震早’绿竹 (*Bambusa oldhami* ‘Xia Zao’ ZSX) 的花序发育过程进行深入研究后发现, 尽管3个竹种花序的外在形态各有不同, 但花序类型都为混合花序, 即整个花序的开花顺序一般是从顶端开始, 是向基的, 而同一个小穗上不同部位的小花开放具有向顶性。笔竹花序一般由3或4枚小穗



注：1~2.花序中最先开放的小花；3~4.小穗上各小花的开放顺序；5.同一小穗内从下至上各小花的雄蕊；6.同一小穗内从下至上各小花的雌蕊；  
图5~6比例尺为：100 mm。

Notes: 1-2. The first flower to open in the whole inflorescence; 3-4. The opening order of florets on spikelets; 5. Anther development from bottom to top in the same spikelet; 6. Pistil development of florets from bottom to top in the same spikelet; Fig. 5-6=100 mm.

图4 笔竹开花顺序

Fig. 4 The blossom order of *Pseudosasa viridula*

组成，同一花序的小穗的生长发育呈向基性，而组成同一个小穗的小花开放顺序是向顶的。因此，笔竹花序为混合花序。

张文燕等<sup>[17]</sup>通过观察研究柱头伸出情况，将竹类植物的花分为长花柱型和短花柱型，长花柱型花的柱头细长，开花时稃片不张开，柱头伸出稃片外直至柱头枯萎，如鹅毛竹 (*Shibataea chinensis* Nakai)<sup>[12]</sup>、淡竹 (*Phyllostachys glauca* McClure)<sup>[18]</sup>、黄槽石绿竹 (*Phyllostachys arcana* McClure cv. *Luteosulcata*)<sup>[19]</sup>；短花柱型竹花开花时柱头微露出，不伸出稃片外，随着时间推移，稃片闭合，柱头回缩，如五月季竹 (*Phyllostachys bambusoides* Sieb. et Zucc.)<sup>[17]</sup>、孝顺竹<sup>[20]</sup>等竹种。笔竹开花时，外稃打开，花药从内伸出并下垂，柱头微微露出稃片外，3瓣展开，依据以上分类，判断笔竹小花为短柱头型花。

前人研究表明，竹类植物的结实率普遍偏低，部分竹种甚至出现不结实现象，如红竹 (*Dendrocalamusjiangshuiensis* Hsuch et D. Z. Li)<sup>[21]</sup>的结实率仅有6.1%；自然条件下早竹 (*Phyllostachys violascens* (Carr.) A. et C. Riv)<sup>[22]</sup>的结实率低于0.5%；杜凡等<sup>[23]</sup>通过对云南68种竹子的开花结实进行研究，发现其中有23个竹种出现不结实现象；辉朝茂等<sup>[24]</sup>对整株开花结实的巨龙竹 (*Dendrocalamus sinicus* Chia et J. L. Sun) 进行分

拣，也仅得3枚种子。本文对笔竹结实率进行统计，发现笔竹同其他竹类植物相似，具有极低的结实率，仅为0.12%。植物在繁殖过程中的每一阶段都会对结实产生影响，除了受自身遗传因素影响，还受外界环境影响，虫害是影响结实率不可忽视的因素之一。研究发现，小虫在盛花期飞入撑篙竹 (*Bambusa pervariabilis* McClure) 花中产卵，卵孵化成幼虫内食子房获取营养，竹林受害率达90%以上<sup>[25]</sup>；王小红等<sup>[26]</sup>对水竹 (*Phyllostachys heteroclada* Oliver) 花进行解剖，发现水竹花里有大量幼虫，幼虫啃食花药与柱头造成水竹自然结实率极低；姚罗根等<sup>[27]</sup>研究发现，竹类植物果实富含多种氨基酸，尤其是谷氨酸，易受病虫害感染。本研究随机抽检100枚笔竹小穗，发现有近一半被昆虫啃食，虫害对竹子结实率危害极大。

## 5 结论

笔竹为连续开花的混生竹，花期为1月中旬至5月上旬，花期较长，持续110 d左右，盛花期为3月上旬至4月中旬；开花类型复杂多样，且花后不死。自然条件下结实率极低，仅为0.12%，果实为颖果，竹林更新以无性繁殖为主。花后新竹大多细小低矮，当年不开花，次年与老竹同步开花。笔竹为混合花序，由3~4枚小穗组成，小穗基部具2枚苞片，每枚小穗上具小花8~10朵，小花为

开放型,由1枚内稃、1枚外稃、3枚浆片、1枚雌蕊、3或6枚雄蕊组成,雌雄同熟;组成同一花序的小穗的开花顺序为自上而下,各小穗上小花的开花顺序为自下而上。笔竹开花特性及结实率调查显示:开花类型不同,结实率不同,虫害也是造成笔竹结实率低的原因之一。

### 参考文献:

- [1] Janzen D H. Why bamboos wait so long to flower[J]. *Annual Review Ecology and Systematics*, 1976, 7: 347-391.
- [2] 周芳纯. 竹林培育学[M]. 北京: 中国林业出版社, 1998.
- [3] 林新春, 袁晓亮, 林 绕, 等. 雷竹开花生物学特性研究[J]. *福建林业学院学报*, 2010, 30(4): 333-337.
- [4] 刘 静. 月月竹开花生物学研究[D]. 南京: 南京林业大学, 2008.
- [5] 钟远标, 岳晋军, 崇 楼, 等. 麻竹的花器官与繁育系统[J]. *林业科学*, 2017, 53(1): 1-10.
- [6] 乔士义, 廖光庐. 毛竹开花生物学特性观察[J]. *竹类研究*, 1984(2): 20-24.
- [7] 林树燕, 李 洁, 赵 荣, 等. 南京地区孝顺竹的开花生物学特性研究[J]. *南京林业大学学报*, 2015, 39(2): 52-56.
- [8] 袁金玲, 顾小平, 岳晋军, 等. 孝顺竹开花生物学特性及杂交试验[J]. *林业科学*, 2011, 47(8): 61-66.
- [9] 董文渊, 黄宝龙, 谢泽轩, 等. 筇竹开花结实特性的研究[J]. *南京林业大学学报*, 2001, 25(6): 30-32.
- [10] 耿伯介, 王正平. 中国植物志禾本科[M]. 北京: 科学出版社, 1996.
- [11] Dafni A. *Pollination Ecology*[M]. New York: Oxford University, 1992.
- [12] 林树燕. 鹅毛竹和异叶苦竹生殖生物学研究[D]. 南京: 南京林业大学, 2009.
- [13] McClure F A. *The bamboos*[M]. Washington and London: Smithsonian Institution Press, 1993.
- [14] 林树燕, 毛高喜. 竹子开花习性和开花竹林的更新[J]. *林业科技*, 2007, 32(5): 23-25.
- [15] 耿伯介. 试论竹类的花序及其演变[J]. *植物学报*, 1986, 4(4): 323-336.
- [16] 林树燕, 万雅雯, 傅华君, 等. 竹类植物花序建成及花序类型修订[J]. *南京林业大学学报*, 2018, 42(6): 1-6.
- [17] 张文燕, 马乃训. 竹类植物花粉的生活力和自然授粉[J]. *林业科学研究*, 1990, 3(3): 250-255.
- [18] 岳祥华, 赵 荣, 林树燕. 淡竹开花生物学特性[J]. *江苏农业科学*, 2018, 46(10): 117-122.
- [19] 林树燕, 丁雨龙. 刚竹属3个竹种的开花生物学特性[J]. *林业科技开发*, 2007, 21(5): 52-55.
- [20] 李 洁. 孝顺竹的生殖生物学研究[D]. 南京: 南京林业大学, 2013.
- [21] 张文燕, 马乃训. 竹类植物花期生物学特性[J]. *林业科学研究*, 1989, 2(6): 596-600.
- [22] 汪奎宏, 何奇江, 吴 蓉. 早竹花粉形态与生物学特性[J]. *浙江林学院学报*, 2000, 17(2): 19-23.
- [23] 杜 凡, 薛嘉榕, 杨宇明, 等. 15年来云南竹子的开花现象及其类型研究[J]. *林业科学*, 2000, 36(6): 57-68.
- [24] 辉朝茂, 杨宇明, 杜 凡, 等. 云南竹亚科珍稀种质资源及其开花结实研究[J]. *世界竹藤通讯*, 2007, 5(2): 15-20.
- [25] 广东省林业研究所营林研究室育种组. 撑篙竹、青皮竹开花结实生物学观察[J]. *广东林业科技*, 1973(3): 1-5.
- [26] 王小红, 吴红梅. 水竹开花的生物学特性研究[J]. *成都大学学报*, 2009, 28(3): 195-198.
- [27] 姚罗根, 谭宏超. 竹子果实形态及质量的观察和测定[J]. *林业调查规划*, 2008, 33(5): 36-39.

## Flowering Biological Characteristics of *Pseudosasa viridula*

ZHAO Wan-qi, WU Zheng-chun, XIAO Jiao, GUO Chun-ce, YANG Guang-yao, YU Fen

(School of Forestry, Jiangxi Agricultural University, Jiangxi Provincial Key Laboratory for Bamboo Germplasm Resources and Utilization, Nanchang 330045, Jiangxi, China)

**Abstract:** [Objective] To explore the flowering biological characteristics of *Pseudosasa viridula* S. L. Chen et G. Y. Sheng. [Method] Field observation and optical anatomy were used to study the flowering biological characteristics of flowering forest facies, flowering dynamics, flower organ structure, fruiting condition and so on. [Result] *Pseudosasa viridula* is a kind of continuous flowering bamboo species, and its flowering period is from January to May of each year, and the period of full bloom is from March 1 to April 15. The types of flowering are complex and diverse, which are mainly divided into three types: old bamboo flowering type, new bamboo flowering type and non-flowering type. Under natural conditions, the fruiting rate is very low, only 0.12%, and the regeneration of post-flower bamboo forest conducts mainly through asexual reproduction. The whole inflorescence consists of 3 or 4 spikelets, with 8 - 10 florets on each spikelet. Each floret contains 1 lemma, 1 palea, 3 lodicules, stamens mostly 3 (very few are 6), 1 pistil and 3 plumose stigmas. The flowering order of the whole inflorescence is top-down, while the flowering order of florets on the same spikelet was bottom-up, so the inflorescence of *Pseudosasa viridula* belongs to the mixed inflorescence. The floret is monochogamy and the fruit is caryopsis. [Conclusion] This study provides a theoretical reference for sexual breeding and cross breeding of bamboo, as well as a certain basis for the study of low seed setting rate and cross breeding of *Pseudosasa viridula*.

**Keywords:** *Pseudosasa viridula*; flowering; biological characteristics; forest form

(责任编辑: 徐玉秀)