

文冠果树花部形态与开花物候的研究

马芳¹, 王俊¹, 王姮², 彭励³

(1. 宁夏大学 民族预科教育学院, 宁夏 银川 750002; 2. 宁夏林业研究所, 宁夏 银川 750004; 3. 宁夏大学 生命科学院, 宁夏 银川 750021)

摘要:通过对宁夏银川市植物园引种文冠果定株观察、套袋试验等分析,研究了文冠果的开花物候期、单花动态及落花落果等特性;并对文冠果的花部结构特征、结实率等进行了观测和统计。结果表明:文冠果花期在4月下旬至5月上旬,单花花期一般为5~7 d。当遇高温单花花期可缩短1~2 d,遇阴天低温可延长1~2 d;其花为杂性花,两性花(可孕花)与雄花(不孕花)同株;在性别分化的早期即2种类型花的花蕾时期,花器官结构基本上是相同的,雌雄蕊都存在,可孕花花药不能开裂散粉,不孕花(雄花)花药能散粉,后期雌蕊萎缩退化,且文冠果存在严重落花落果情况,自然状态下坐果率较低,平均坐果率仅为1.48%。

关键词:文冠果;花部形态;开花;物候期

中图分类号:S 667.9 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)22-0080-05

文冠果(*Xanthoceras sorbifolia* Bunge)属无患子科文冠果属落叶乔木或灌木,为单种属。又名木瓜、文官果,文冠果原产我国北方,秦岭、淮河以北,内蒙古以南,东起辽宁、西至青海、南至河南及江苏北部。以内蒙古、山西、陕西、新疆等省区数量较多。文冠果喜阳,耐半阴,具有较强的适应性和抗逆能力。文冠果种子营养丰富、种仁含油率高,是我国特有的珍稀木本油料植物,有北方油茶之称,具有很高的应用价值,尤其是较高的药用价值。果壳可作活性炭、糠醛(果壳含糠醛12%左右)、木糖醇、酒精等化工原料。枝、叶、干、种仁、国柄均可入药。种仁可制取治疗心脏病、血管病、糖尿病、腹泻、脱发、皮肤病、智力低下及老年痴呆症等药物;茎、叶中含有一些有效成分,具有杀菌、止血、降胆固醇作用、解热、安眠、抗癌等作用^[1]。另外,文冠果树形及花朵优美,是一种很好的园林绿化植物。多年来,国内外学者在文冠果的生物学、化学、药理学以及栽培技术等方面做了大量的工作,取得了丰硕的成果^[2-16],但对其传粉生物学的研究报道较少,现通过野外观察与套袋试验对文冠果花部形态特征及开花物候期进行研究,以期准确掌握文冠果的生物学规律,为进一步研究文冠果传粉生物学提供依据。

1 材料与方法

1.1 种植区概况

研究材料为宁夏银川植物园内2~6年生引种栽培的文冠果树。银川植物园位于银川市西南部,地理位置是东经106°22'、北纬38°28',海拔1 100 m,处于贺兰山东麓洪积扇下缘的沙荒地;地貌为平沙地与流动沙丘交错分布;地带性土壤为灰钙土,建园区内主要是非地带性的风沙土,土壤贫瘠,有机质含量仅为0.1%左右,pH 8.0~9.5;该地区属于干旱大陆性气候,处于我国半荒漠地区,年降雨量150 mm左右,年蒸发量1 882.5 mm,年均气温8.5℃,极端最高气温37.2℃,极端最低气温-27.9℃,年太阳总辐射量145 kcal/cm²,年日照总时数2 786.6 h,年平均风速1.6 m/s,>8级大风日数年平均17.1次,相对湿度45%~66%,地下水位2~3 m,年绝对无霜期为160~170 d。

1.2 试验方法

于2008年春季文冠果开花前,在银川植物园6年生文冠果居群中随机选取10个单株进行标记,每一单株上选取5个具有代表性的枝条作为定枝,共50个定枝。在每枝上随机选取10朵花蕾,共500朵作为定花,并挂牌标记。从始花开始至花期结束,每天7:00—9:00定时对定株、定枝、定点花进行观察,记录单花的形态变化,统计当天开放的花朵数量(包括可孕花与不孕花),并计算占总观测花数的百分数。

于花期在生长良好、正常开花的文冠果单株上,随机选择即将开放的花蕾200朵去雄(花蕾尽可能不选在同一枝条上),授以当日新鲜的花粉,授粉后套袋挂牌标记,7 d后去袋,30 d后检查坐果情况,统计结实率。同

第一作者简介:马芳(1981-),女,硕士研究生,现主要从事植物学等研究工作。E-mail:mafang0603@163.com。

责任作者:彭励(1962-),女,博士,副教授,研究方向为结构植物学与植物化学。E-mail:penglili124@163.com。

基金项目:宁夏大学科学研究基金资助项目(ZR1246)。

收稿日期:2014-07-14

时,另选5株生长良好的文冠果树作为对照,不进行套袋,观察坐果情况、统计结实率。

2 结果与分析

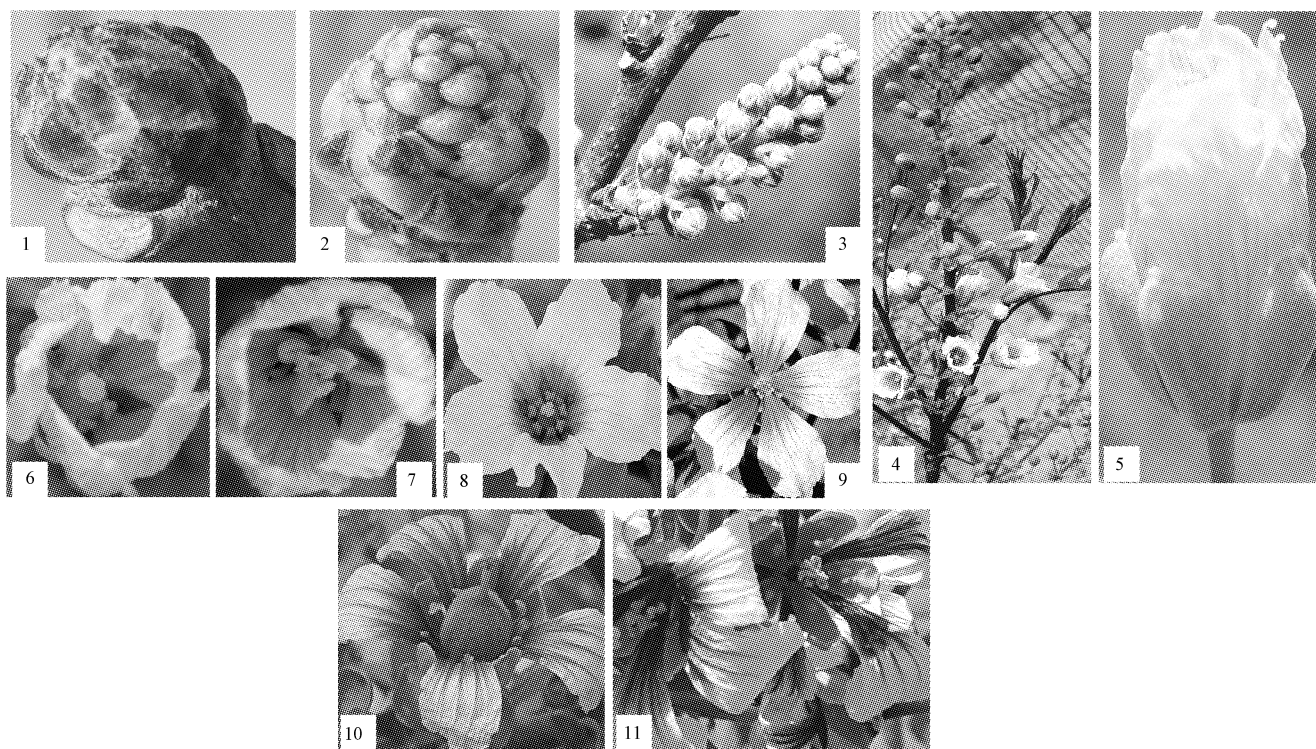
2.1 开花物候期

文冠果定植第2年后可开花结果,花期在每年4月下旬至5月上旬,一般持续15~23 d。通常文冠果的芽膨大为3月16日至4月8日,花芽开展为4月9—11日,花芽普遍开展为4月12—19日,第1朵花在4月20日开放,初花期(全树有5%花开放)为4月20—23日,盛花期(50%的花开放)为4月24日至5月5日,终花期(95%花的花瓣脱落)为5月6—12日。单花花期约持续5~7 d;当遇高温天气时,可缩短1~2 d;阴天低温可延长1~2 d。晴天时花蕾一般在7:00—10:30陆续开放,若遇阴天低温开花时间延迟到9:00—11:00,也有些花蕾在7:00以前开,但很少有花蕾在午后开放。

2.2 芽及花部形态特征

文冠果的芽为混合芽,呈卵圆形,外面由20片左右的芽鳞,按覆瓦状排列,鳞片上具毛、且木质化,靠外数轮棕褐色,阔卵形至三角形;靠内几轮为绿色,尖端为褐色。每片芽鳞背面正中有脊,腹面或边缘具无色柔毛(图1-1、2)。

文冠果为先叶后花,总状花序长约10~25 cm,通常由30~50朵花组成,单株总花数为260~2 690朵不等,一般为1 000朵左右(图1-3、4)。植株开花次序以基部花序先开(图1-4),以后依次移向顶部开放,在侧枝上一般也是基部的花蕾先开放;小花主要有2种形态:1种为单性雄花(图1-7、9、11),也称不孕花;另1种为两性花(图1-6、8、10),也称可孕花。花形整齐,属于雌雄同株;可孕花大多生于枝顶芽萌发形成的顶花序上,多能结实,而腋生花序和顶生花序的下部花以及枝侧芽萌发形成的侧花序上多为不孕花,不能结实。花梗纤细,长约为2 cm,直立;花梗基部着生3枚苞片,花萼5枚,椭圆形,长约0.6 cm;花瓣5片,白色或黄色,且呈五瓣星状,倒卵形,质薄;雄蕊8枚,花药黄色,不孕花花药长0.15~0.20 cm,花丝长0.15~0.50 cm。可孕花具1枚雌蕊和8枚雄蕊,子房上位,雌蕊三心皮三室,中轴胎座,胚珠能育,雄蕊花丝稍短,花丝黄白色,长0.1~0.2 cm,花药不能开裂,花药长0.15~0.20 cm。一般在花冠开放后1~2 h花药开始散粉,4~6 h大量散粉,花后1 d雄蕊开始枯萎,散粉结束,偶尔可观察到在花冠刚开始开放时就有少量花粉从药室内散出(文冠果花部形态特征见表1)。



注:1、2. 示枝条顶芽,外被多数鳞片;3、4. 示总状花序的伸长生长,位于花序基部花先开放;5. 示待开放的花蕾;6. 示花冠刚展开时的可孕花,花药不开裂,不能散粉;7. 示花冠刚展开时的不孕花,花药开始散粉;8. 示花冠完全展开时的可孕花,花药不开裂,不能散粉;9. 示花冠完全展开时的不孕花,花药散粉完毕;10. 示可孕花子房膨大,柱头棕褐色,花药干枯;11. 示不孕花花瓣向下弯曲,边缘萎蔫。

图1 花部形态特征

表 1 文冠果花部形态特征

Table 1 Floral structures characteristics of *Xanthoceras sorbifolia* Bunge

观测内容 Observation content	花序长	花朵直径	花瓣长	可孕花 花药长	可孕花 花丝长	不孕花 花药长	不孕花 花丝长	柱头直径	柱头高度	花柱长
观测结果 Observation result/cm	10~25	1.5~2.6	1.8~2.2	0.15~0.20	0.1~0.2	0.15~0.20	0.15~0.50	0.10~0.15	0.05~0.10	0.2~0.3

2.3 单花开放动态变化

文冠果单花开放经过初蕾-膨大-露白-待开-开放-转色-花落-坐果等过程,开花后动态变化见表 2。文冠果最初花瓣基部具黄色晕斑,依花的发育时期不同,花色逐渐变化,2~5 d 后花瓣内侧基部晕斑由淡黄绿色逐渐变紫红色,逐渐脱落。不孕花花药开裂,可以散粉,可孕花花药不开裂,不能散粉。

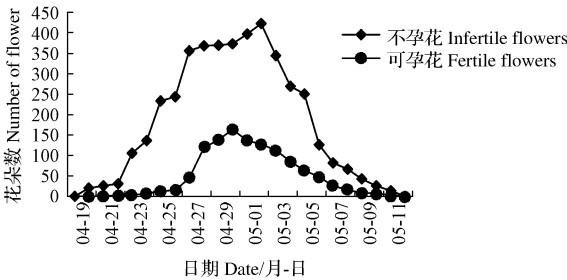


图 2 文冠果 2 种类型花开花、落花曲线

Fig. 2 The flowering and blossom drop curve of male flower and bisexual flower of *Xanthoceras sorbifolia* Bunge

2.4 开花、落花及落果情况观测

文冠果开花不久,花瓣刚谢或未谢时,子房尚未膨大就脱落,属于落花;可孕花落后可孕花授粉以后子房即开始膨大,约 5~8 d 后,进入落果期,幼果除少数迅速增大外,大多数生长停滞,逐渐脱落,落果持续 22 d 左右。

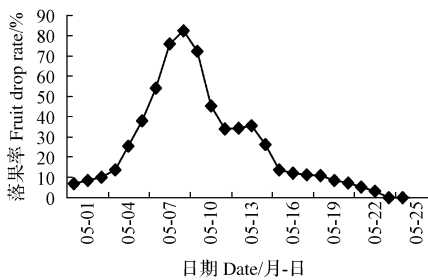


图 3 文冠果落果率曲线

Fig. 3 Fruit drop rate curve of *Xanthoceras sorbifolia* Bunge

表 2 文冠果开花动态及花部形态变化

Table 2 Floral dynamic and flower morphology chang of *Xanthoceras sorbifolia* Bunge

日期	不孕花 Infertile flowers	可孕花 Fertile flowers
4 月 21 日	花瓣微张开时花药顶部出现径向裂缝,但未散出花粉,花丝开始伸长,雄蕊略弯,花瓣基部具淡黄绿色晕斑,为散粉前期(图 1-7);一般花冠开放后 1~2 h 开始散粉,花瓣完全展开时部分花药裂开散出花粉,花丝继续伸长,花瓣基部具淡黄绿色晕斑为散粉初期;一般开花 4~6 h 大量散粉,花丝达到最长,花瓣基部具淡黄绿色晕斑为散粉盛期;一般开花 8~10 h,花药大部分花粉已经散出,花丝不再伸长,花瓣基部具黄绿色晕斑为散粉末期	花瓣刚展开时(图 1-6),花药及花丝弯曲紧贴子房,花药黄色,花丝黄白色,柱头明显高于 8 枚雄蕊,柱头为淡黄绿色,待完全展开后(图 1-8),可见花瓣基部有淡黄绿色晕斑,花药及花丝弯曲依旧紧贴子房,花药黄色,花丝黄白色,柱头明显高于 8 枚雄蕊,柱头为淡黄绿色
4 月 22 日	花药干枯,散粉结束,花瓣基部晕斑为黄绿色或淡桔黄色	柱头变为黄绿色,花柱开始伸长,柱头明显高于 8 枚雄蕊,花瓣基部具黄绿色或淡桔黄色晕斑
4 月 23 日	花瓣基部晕斑由淡桔黄色转为桔黄色,花药干枯(图 1-9)	柱头颜色由黄绿色变为黄色,柱头明显高于 8 枚雄蕊,花柱继续伸长,花瓣基部晕斑由黄绿色转为桔黄色,部分子房开始膨大
4 月 24 日	花瓣基部晕斑由桔黄色转为桔红色,花瓣边缘逐渐向外翻卷	柱头由黄色变为暗黄色,极少雄蕊花丝稍有伸长,柱头明显高于 8 枚雄蕊,子房开始膨大,偶见花药干枯,花瓣基部晕斑由桔黄色转为桔红色,花瓣外翻卷
4 月 25 日	花瓣基部晕斑由桔红色转为红色,花瓣继续向下弯曲	子房继续膨大,柱头颜色由暗黄色变为柱头上有黑点,柱头明显高于 8 枚雄蕊,花药干枯,花瓣基部晕斑由桔红色转为红色,花瓣向下弯曲
4 月 26 日	花瓣基部晕斑由红色转为紫红色再转为深紫红色,且边缘开始萎蔫,向下弯曲(图 1-11)	子房继续膨大,柱头变棕褐色,且明显高于 8 枚雄蕊,花药基本全部干枯,花瓣基部晕斑由红色转为紫红色再转为深紫红色,边缘开始萎蔫,向下弯曲(图 1-10)
4 月 27 日	花瓣基部晕斑深紫红色,边缘萎蔫,向下弯曲;	柱头完全变黑,且明显高于 8 枚雄蕊,子房继续膨大,花瓣基部晕斑深紫红色,边缘萎蔫,向下弯曲
4 月 28 日	花瓣边缘萎蔫,开始脱落	柱头开始脱落,子房继续膨大,花瓣边缘萎蔫,开始脱落
4 月 29 日	花瓣干枯,萎蔫,脱落	柱头脱落,子房继续膨大,花瓣干枯,萎蔫,脱落
6 月 15 日至 7 月 3 日		果实膨大期
7 月 4—10 日		果实成熟期

2.5 文冠果自然状态下坐果率和人工授粉坐果率统计

由表3可以看出,文冠果自然状态下坐果率较低,平均仅为1.48%。由表4可以看出,对文冠果进行去雄套袋,人工异花授粉坐果率明显提高,坐果率为22.5%,但人工自花授粉不结实。

表3 文冠果自然坐果率

Table 3 Natural seed setting rate of *Xanthoceras sorbifolia* Bunge

样本株 Sample	花朵数 Number of flower/朵	坐果数 Fruit number/个	坐果率 Fruit rate/%
1#	273	3	1.11
2#	152	1	0.66
3#	383	8	2.09
4#	516	12	2.33
5#	491	6	1.22
平均数 Average	363	6	1.48

表4 文冠果人工授粉坐果率

Table 4 Artificial pollination natural setting rate of *Xanthoceras sorbifolia* Bunge

	授粉花数 Pollinate flower number/朵	坐果数 Fruit number/个	坐果率 Fruit rate/%
人工异花授粉 Artificial cross-pollination	200	45	22.5
人工自花授粉 Artificial self-pollination	200	0	0

3 结论与讨论

通过对文冠果芽形态的观察,发现文冠果芽有多个芽鳞,鳞片上具毛、木质化,这种特性可以减少水分蒸腾,避免冻害,对芽起到了保护作用。通过对文冠果物候期的观测表明,宁夏人工种植文冠果开花在每年4月下旬至5月上旬,一般可持续15~23 d。

植物花的特征可以从2个层次来认识,即花部构成和花的开放式样,花部构成包括花的结构、颜色、气味和泌汁产量等单个花的所有特征,花的开放式样指花在某个时间开放的数量和空间排列,可看作花在群体水平上表现出的特征^[17]。而花的颜色、形状和气味均可能是植物引诱昆虫访花的因素,花粉和蜜汁是昆虫访花的重要报酬^[18-20]。依文冠果花的发育时期不同,花色逐渐变化,最初花瓣呈白色,且花基部具淡黄绿色晕斑,2~6 d后花瓣内侧基部晕斑由淡黄绿色逐渐变深紫红色,花色瑰丽,香味持久。经初步观察发现,文冠果开花散粉后不孕花便有访花昆虫,而可孕花的花瓣基部转色后也有访花昆虫,昆虫的具体访花效果还有待进一步研究。

由于文冠果的开花习性制约了其自身的坐果率,文冠果可孕花数量少,在其发育过程中雌蕊萎缩退化成为不孕花,且存在严重落花落果现象。该研究观察发现,文冠果落果可分为2个阶段:5月1—12日为第1阶段,其特点是时间短,落果多;5月13—22日为第2阶段,这

个阶段特点是持续时间长,落果较少,引起这2个阶段幼果脱落的主要原因尚不清楚,还有待于进一步研究。文冠果2种类型的花(可孕花与不孕花)开放和脱落的进程不一样,可孕花开放迅速、集中,不孕花开放缓慢、持续时间较长,这就保证了可孕花都有授粉的机会。可孕花开放时花柱延伸,柱头上产生分泌物,便于授粉。通过套袋授粉试验表明,人工异花授粉可明显提高坐果率,因此,可以考虑在文冠果花期内进行人工授粉或放养昆虫以提高传粉效率。2项措施结合,将可以大大提高坐果率和果实产量。

参考文献

- [1] 特格喜,乌力吉.文冠果治疗糖尿病120例临床观察[J].中国民族医药杂志,1997(1):12.
- [2] 廖礼科,雷开寿.文冠果早期选优的初步探讨[J].陕西林业科技,1981(6):31-32.
- [3] 白金友,马兴华.文冠果无性系指数选择研究[J].特产研究,1990(1):21-23.
- [4] 彭伟秀,王保柱,李凤兰.文冠果败育花药和花粉发育的解剖学研究[J].河北农业大学学报,1999,22(3):35-37.
- [5] 王晋华.文冠果花芽分化的解剖和组织化学研究[D].北京:北京林业大学,1991.
- [6] 哲里木盟林业科学研究所.文冠果保花保果几项技术措施的研究[J].内蒙古林业科技,1981(3,4):52-59.
- [7] 徐东翔.文冠果落果机理及提高座果率和种子品质的研究[J].西北植物学报,1990,10(2):117-127.
- [8] 洛阳地区林研所.文冠果开花习性初步观察[J].河南农林科技,1979(6):16-19.
- [9] 高述民,马凯,杜希华,等.文冠果(*Xanthoceras sorbifolia*)研究进展[J].植物学通报,2002,19(3):296-301.
- [10] 张明中.文冠果开花的生物学特性(报告)[R].1979:1-4.
- [11] 王晋华,李凤兰,高荣孚.文冠果花性别分化及花药内淀粉动态[J].北京林业大学学报,1992,14(3):54-60.
- [12] 郑彩霞,李凤兰.文冠果两性花花粉败育原因的进一步研究[J].北京林业大学学报,1993,15(1):78-84.
- [13] 赵德刚,李凤兰,高荣孚,等.文冠果雌雄分化与玉米赤霉烯酮及细胞分裂素含量变化[C]//中国植物生理学会植物生长发育信息转导学术会议,1999.
- [14] 朱士锋.文冠果花芽发育的生理机制及FPS基因的克隆[D].北京:北京林业大学,2000.
- [15] 杜希华,陆海,高述民,等.文冠果可育性相关cDNA片段的克隆与序列分析[J].北京林业大学学报,2003,25(5):29-33.
- [16] 王红斗.文冠果的化学成分及综合利用研究进展[J].中国野生植物资源,1998,17(1):13-16.
- [17] Barrett H L D. Ecology and evolution of plant mating[J]. Trends in Ecology and Evolution,1996,11:73-78.
- [18] Spira T P, Snow A A, Whigham D F, et al. Flower visitation, pollen deposition, and pollens tube competition in *Hibiscus moscheutos* (Malvaceae) [J]. Amer J Bot, 1992, 79(4):428-433.
- [19] 钦俊德.昆虫与植物的关系[M].北京:科学出版社,1987:188-204.
- [20] 曹坤芳.植物生殖生态学透视[J].植物学通报,1993,10(2):15-23.

茶花品种 ISSR 指纹图谱反应体系建立与优化

胡兴华, 李景剑, 王 燕, 黄仕训

(广西壮族自治区中国科学院 广西植物研究所, 广西 桂林 541006)

摘 要:以 30 个茶花品种为试材, 采用 5 因素 4 水平正交实验以及单因素优化试验方法, 研究 Mg^{2+} 浓度、dNTP 浓度、引物浓度、*Taq* DNA 聚合酶浓度和模板 DNA 浓度对 ISSR-PCR 指纹图谱条带清晰度的影响, 以进行茶花品种 ISSR-PCR 反应体系优化及引物筛选。结果表明: 茶花品种 ISSR-PCR 最适扩增条件为 25 μ L 反应体系中, Mg^{2+} 3.0 mmol/L、dNTPs 0.2 mmol/L、引物 0.3 mmol/L、*Taq* DNA 聚合酶 0.5 U、模板 DNA 80 ng 以及 52.1℃ 退火温度; 试验从 100 个 ISSR 引物中筛选出 12 个适用引物; 并对 12 个 ISSR 引物的多态性和稳定性进行了检验。

关键词:茶花品种; 分子指纹图谱; ISSR 体系优化; 引物筛选

中图分类号:S 796 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)22-0084-05

茶花 (*Camellia japonica*) 是我国著名的传统名花^[1]。其植株形态优美, 花形艳丽缤纷, 具有很高的观赏和景观生态价值, 被列为国家二级保护植物, 是园林绿化中常用的树种之一^[2]。我国是茶花的发源地, 种质资源十分丰富, 在 1 000 多年的栽培和应用历史过程中, 培育了近千个色彩丰富的茶花品种^[3]。近年来, 外国也陆续进行了茶花品种的杂交与选育, 培育了大量的新品

种, 在国际茶花协会登记的品种就高达万余个^[4]。然而, 在茶花产业的长期发展中, 经过人工选择和自然杂交的茶花发生多种性状变异, 这些变异导致茶花品种的遗传背景模糊化, 部分品种间因地域差异, 在长期的引种过程中品种记录不够全面, 同名异物、同物异名现象普遍存在, 影响了茶花的文化鉴赏、种质交流、研究推广和市场开发^[5-6]。因此, 开展对茶花品种准确的鉴定和分析十分重要。

在前期的分类鉴定工作中, 该课题组利用 SSR 指纹图谱技术对茶花品种进行了分类研究。但是由于 SSR 标记具有较强的物种特异性, 部分从山茶属植物筛选而来的引物在进行茶花品种 SSR-PCR 时出现扩增失败的现象, 这可能是因为长期的选育和杂交已导致一些茶花

第一作者简介:胡兴华(1974-), 男, 博士, 副研究员, 研究方向为植物资源保护利用及动植物关系。E-mail: huxh773@163.com.

责任作者:黄仕训(1966-), 男, 本科, 研究员, 研究方向为珍稀濒危植物资源保护利用。E-mail: hxsx@gxib.cn.

基金项目:广西科技攻关资助项目(桂科攻 10100012-4)。

收稿日期:2014-07-21

Study on Floral Characters and Flowering Phenology in *Xanthoceras sorbifolia* Bunge

MA Fang¹, WANG Jun¹, WANG Heng², PENG Li³

(1. College Education for Nationalities, Ningxia University, Yinchuan, Ningxia 750002; 2. Ningxia Forest Research Institute, Yinchuan, Ningxia 750004; 3. College of Life Science, Ningxia University, Yinchuan, Ningxia 750021)

Abstract: Flower structure and flowering phenology were investigated by position observation, bagging test of *Xanthoceras sorbifolia* Bunge in the Yinchuan of Ningxia. The florescence, daily development, premature drop were observed. The results indicated that flowering time of *Xanthoceras sorbifolia* Bunge was between the last part of April to the earlier part of May, anthesis of individual lasted 5—7 days. Flowering time, however, was shortened to 1—2 days in high temperature and prolonged to 1—2 days in low temperature. Monoecism plant and the two kinds of flowers (fertile and infertile floret) had similar structures of floral organ during the early stage of sex differentiation. They both had stamen and pistil, anthers of fertile were not normal outward appearance, anthers of infertile were normal outward and degradation in pistil. The inflorescence of *Xanthoceras sorbifolia* Bunge existed flower-drop and fruit-drop seriously. Naturally setting was low, only 1.48%.

Keywords: *Xanthoceras sorbifolia*; flower morphology; flowering; phenophase