

文冠果优良单株开花生物学特性研究

严 婷, 郭 军 战, 徐 龙 光

(西北农林科技大学 林学院, 陕西 杨凌 712100)

摘 要:以陕西杨凌地区的文冠果优良单株为研究对象,通过野外实地定位观测,对文冠果的开花物候期、花形态特征、开花动态、可孕花空间分布、花粉活力和柱头可授性等进行了检测研究。结果表明:杨凌地区文冠果优良单株花期为4月上旬至4月中下旬,一般长达15 d左右;树冠中上部花先于下部开放,外围花先于内膛开放,顶生花序底部的花先开放,侧生花序基本同时开放;文冠果优良单株花粉活力在初花期不高,开花后第5天达到最高;当花瓣基部斑晕由橙黄色变为橙红色时,柱头可授性最强。

关键词:文冠果;开花特性;花粉活力;柱头可授性

中图分类号:Q 945.78 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)05-0058-05

随着我国生物质能源的快速发展,为了缓解资源与环境的压力,生物柴油树种文冠果资源的开发和利用日益成为我国林业产业发展战略中的热点。文冠果自然分布广泛^[1],栽培历史悠久,是我国特有的木本油料植物,种子含有丰富的脂肪酸^[2],营养价值极高,不仅是食品工业和轻化工业的优良原料^[3],而且具有很高的药用价值^[4]。文冠果具有极强的抗寒、抗旱能力及其它逆境适应性^[5],享有“北方油茶”的美誉,是干旱、半干旱区重要的经济树种和庭园绿化的珍贵花木。目前文冠果产品的市场需求量大,但文冠果林区少、产量低,自然生长类型濒临灭绝,缺少优质丰产的栽培品种,因此,对文冠果资源开发利用提出了严峻的挑战^[6-7]。该研究对杨凌地区文冠果优良单株的物候期、花形态特征、开花动态、可孕花空间分布规律、花粉活力以及柱头可授性进行观察和测定,研究分析其开花生物学特性,以期为文冠果优质丰产栽培奠定了理论基础。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

研究区位于陕西省杨凌区西北农林科技大学林学院教学试验苗圃。该地区位于陕西省关中平原,地势平坦,海拔514 m,区内地势南低北高,形成3道塬坡,地处

北纬34°19'19"、东经108°05'30",属于暖温带半湿润气候区,夏热多雨、冬寒干燥。年平均气温12.9℃,年极端最高气温42℃,极端最低气温-19.4℃,;年平均降水量635.1 mm,有效生长期降水量为152~191 mm,年平均蒸发量993.2 mm,年均干燥度1.09~1.67;全年≥10℃积温3 400~4 600℃,有效生长期150~190 d,全年日照时数2 300 h。土壤pH为7.98,土壤有机质含量为13.97 g/kg,有效氮含量为71.3 mg/kg,有效磷含量为24.2 mg/kg,有效钾含量为166.1 mg/kg。

1.2 试验材料

供试材料为定植于西北农林科技大学教学试验苗圃内的30株文冠果优良单株,株龄6 a,该优良单株是从300株文冠果中筛选出的50株株型良好、生长势旺盛、结果枝粗壮、无病虫害的单株,通过连续3 a生长性状和产量性状的观察和统计分析,采用综合评定法复选出的最优良的单株,株行距2 m×2 m,林分郁闭度0.5~0.7。

1.3 试验方法

1.3.1 开花物候期的观测 选择树势健壮、枝条分布均匀样株,自萌芽开始,对优良单株的生长状况进行定期、定株、定枝、定花序的物候观察。

1.3.2 花形态特征及开花动态的研究 随机选取优良单株盛花期完全开放的50朵花,用游标卡尺分别测量花梗长度、花冠直径、花柱长度、花丝长度,并计算其平均值和标准误,观察花瓣数目、花丝数目、花柱数目及其萼片数目、花瓣颜色及形态、花梗颜色、花蕾颜色等。

1.3.3 可孕花空间分布规律研究 选择不同枝条类型的长势中等、生长正常、枝条分布均匀的15个样株。采用分层调查法^[8]花期每隔3 d调查记录每层中的可孕花

第一作者简介:严婷(1988-),女,硕士研究生,现主要从事林业生物技术等研究工作。E-mail: yanting19881988@163.com.

责任作者:郭军战(1963-),男,硕士,副教授,硕士生导师,现主要从事林业遗传育种的教学与科研工作。E-mail: guojunzhan@163.com.

基金项目:陕西省科技攻关资助项目(K331021003)。

收稿日期:2013-11-15

数量,最后统计分析各花期的可孕花数量总和,计算可孕花比例。

1.3.4 花粉活力和柱头可授性测定 从初花期开始,每天 12:00 采集 10 个不同部位的总状花序的小花各 10 枚,用 TTC 法^[8]测定花粉活力;自开花第 1 天,每天 12:00 采集 10 个不同部位的总状花序的小花各 10 枚,用联苯胺-过氧化氢法测定柱头的可授性。

2 结果与分析

2.1 开花物候期

由表 1 可知,杨凌地区 2013 年文冠果优良单株于 3 月下旬芽开始膨胀,经过大约 10 d 的生长,芽鳞片彼此分离,绿色幼芽自顶端伸出;3 月 29 日后,植株逐渐现蕾,花蕾由绿色逐渐变为黄白色;4 月 4 日植株开始开花,逐渐进入花期。4 月上旬,约 5% 的花冠完全开放;中旬为盛花期,70% 左右的花开放的同时伴随优良单株抽梢放叶;4 月下旬进入末花期,大部分花的柱头开始枯萎,授粉受精后的雌花子房体积开始膨大,花期长达 15 d 之久。

对杨凌地区文冠果优良单株近 3 a 的物候期进行比较,发现 2013 年开花物候期比 2011 年和 2012 提前了 1 周左右,主要原因是 2013 年杨凌地区春季平均温度高于同期该地区平均温度,说明同一地区不同年份物候期的差异主要取决于生长季的温度状况。

表 1 杨凌地区文冠果优良单株开花物候期

Table 1 Flowering phenology of superior individual plant of *Xanthoceras sorbifolia* in Yangling district 月-日

观察年份	芽膨胀期	芽展期	初花期	盛花期	末花期	花期持续天数/d
2011	3-24	4-4	4-16	4-22	4-30	14
2012	3-25	4-3	4-13	4-18	4-27	14
2013	3-20	3-29	4-4	4-10	4-19	15

2.2 花部形态特征

文冠果花为两性花,辐射对称。花径 1.58~1.79 cm,花梗纤细,长 1.34~2.12 cm。花梗基部有大小不等的 3 个苞片,中间一片稍大,长 1.1 cm,宽 0.6 cm,椭圆状三角形,两侧 2 片稍小。苞片基部抱梗,先端及边缘稍反卷,绿色。萼片 5 枚,披针形,浅绿色,覆瓦状叠合,长 0.43~0.65 cm。花瓣 5 片,卵形,轻薄膜质,顶端圆或钝尖,花瓣长 1.87~2.53 cm,上部宽 0.42~0.56 cm,边缘稍翻卷,具有不规则粗齿,下部渐狭成匙状。初开时为白色,渐渐变为黄色,内侧基部有黄变紫红的斑纹;花盘薄而分裂,萼片内与花瓣基部着生 5 个角状突起橙黄色附属物,长 0.17~0.22 cm,雄蕊 8 枚,不可孕花雄蕊发育健壮,花丝长短不一,长 0.24~0.80 cm,可孕花子房上位,长圆形,雌蕊正常发育,外形酷似花瓶,3 心皮 3 心室,每室 6~8 枚胚珠,中轴胎座,花柱单生,短而粗,柱头三

裂,雄蕊花丝稍短,花丝呈黄白色,长为 0.15~0.34 cm,花药不能开裂。

2.3 开花动态

2.3.1 单花开花动态 观察结果表明,文冠果单花先后经历了花蕾形成、花蕾膨大、花蕾绽放露色、花蕾完全开放、花瓣转色、落花衰败 6 个发育阶段(图 1)。文冠果的花分为可孕花和不孕花:可孕花雄蕊的花丝很短,仅达花柱的下端,花粉不育,花药始终不开裂,子房发育正常,可正常授粉结实;不孕花雄蕊花丝较长,可达花柱顶端,子房萎缩退化,花药开裂,可散粉授粉。不可孕花开放后 1~2 h 花药开始散粉,4~6 h 大量散粉,开花后 1.5 d 雄蕊开始枯萎,散粉结束。可孕花和不孕花在开花过程中形态及生理特征上存在一些差别,花形态特征和开花动态见表 2。

2.3.2 花序开花动态 文冠果优良单株的花序为总状花序,长 20~30 cm,自下而上依次着生 30~50 朵有梗小花,各小花花梗等长直立,长约 2 cm。观测结果表明,同一株树不同花序开花时间不同,一般情况下,树冠中上部的花先于下部开放,外围的花先于内膛开放;顶生花序底部的花先开放,侧生花序基本同时开放,顶生花序比侧生花序生长快且生长量大,停止生长也晚。顶生花序基部到顶部花蕾开放时间可持续 7~10 d。文冠果单花花期 5~7 d,1 株树的花期可达 10~15 d。一般在晴天上午 7:00~10:30 左右陆续开放,若遇阴天低温开花时间延迟到 9:00~11:00,当遇高温天气时可缩短 1~2 d;阴天低温可延长 1~2 d。

2.4 可孕花树体空间分布规律

文冠果优良单株可孕花数量在树体分布呈现一定的规律性。观测调查结果表明,从不同冠位角度分析,78.32% 的可孕花分布在树冠外围的中上层,主要分布在距地面 100~120 cm 和距主干 120~150 cm 的冠层中;从不同花序类型角度分析,88.78% 的可孕花位于顶生花序中上部位,仅有 6.95% 的可孕花分布在紧靠顶生花序的侧生花序上;从不同枝条类型角度分析,三类结果枝花序中的可孕花占 56.78%,二类结果枝花序中的可孕花占 32.15% 和一类结果枝花序中的可孕花占 11.07%,三类结果枝可孕花数量明显高于一类和二类结果枝。

2.5 花粉活力变化规律

经 TTC 法染色,有活力的花粉为粉红色或红色。基于花粉活力颜色由浅至深的变化,有活力的花粉可以分为弱、中、强 3 个级别,与对照相比没有活力或不育花粉为淡黄色。由图 2 可知,文冠果优良单株花粉的生活力随着时间的延长而逐渐降低。初花期前 2 d 花粉活力普遍不高,仅仅达到 18.54%,第 5 天花粉活力最高,可达 79.49%;盛花期花粉活力明显下降,均低于 70%;末花期花粉活力都低于 40%。

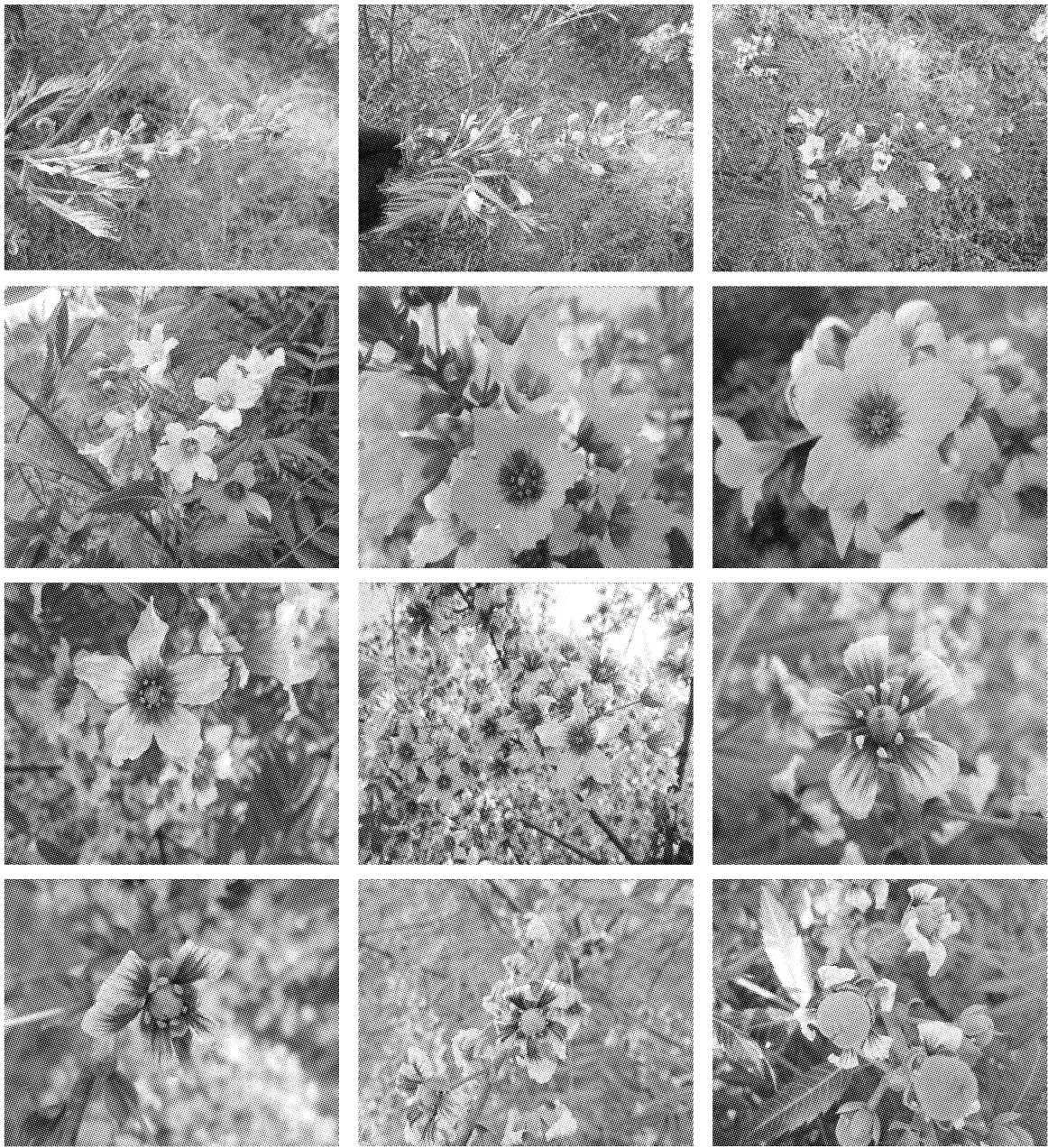


图 1 文冠果优良单株单花开花动态

Fig. 1 Flowering phenology of superior individual plant of *Xanthoceras sorbi folia*

表 2 可孕花与不孕花花形态特征和开花动态的比较

Table 2 Comparison of morphological characteristics and floral dynamic between fertile and sterile flowers

花期	可孕花						不孕花		
	花药	花丝	柱头	花瓣	花柱	子房	花药	花丝	花瓣
初花期	浅黄色 紧贴子房	短 紧贴子房	浅黄绿→黄绿色→黄色; 高于 8 枚雄蕊,分泌大量无色透明黏液	基部晕斑浅黄绿色→黄绿色→柠檬黄色	逐渐伸长	无明显变化	浅黄色基部着生于花丝顶端,纵向裂开少量散粉	部分逐渐伸长→极值	基部晕斑浅黄绿色→黄绿色→柠檬黄色
盛花期	黄色不开裂 逐渐干枯	短	黄色→深黄色→棕褐色; 高于 8 枚雄蕊,分泌少量黏液	基部晕斑柠檬黄色→橙黄色→橙红色,边缘翻卷,向下弯曲	继续伸长	少数膨大→大部分膨大	开裂大量散粉	短花丝继续伸长	基部晕斑柠檬黄色→橙黄色→橙红色,边缘翻卷,向下弯曲
末花期	深黄色不开裂完全干枯	短	大部分变黑→完全变黑→脱落;停止分泌黏液以至硬化	基部晕斑橙红色→姜红色→紫红色,边缘萎焉→干枯脱落	脱落	绝大多数膨大	干枯	停止伸长	基部晕斑橙红色→姜红色→紫红色,边缘萎焉→干枯脱落

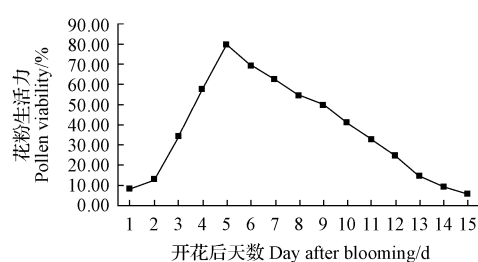


图2 开花后不同时间花粉活力变化规律

Fig. 2 The rhythm of pollen viability in different flowering stage

2.6 柱头活力变化规律

文冠果优良单株花的柱头与联苯胺-过氧化氢反应液反应后,具有可授性的柱头呈现深蓝色并在其周围产生气泡。在开花后1~2 d不具有可授性,第4~5天过氧化物酶活性逐渐升高,当花朵完全绽放时,柱头具有较强的可授性,当花瓣由橙黄色变为橙红色时,柱头可授性最强,当柱头呈棕褐色时,柱头可授性逐渐降低,当柱头开始失水萎蔫呈黑色时,基本检测不到过氧化物酶活性,柱头不具可授性。

3 结论与讨论

文冠果是我国特有的子遗树种,栽培历史悠久,不仅是特有的经济木本油料树种,而且是稀有的美化生态环境的观赏树种和优良的药材树种,研究开发利用文冠果资源具有重要的栽培意义和生态价值。

通过对文冠果优良单株物候期的观测表明,杨凌地区文冠果花期为4月上旬至4月中下旬,一般长达15 d左右。木本植物开花物候期不仅与纬度有关,与海拔高度和受海洋气候影响的程度也十分密切。同一地区不同观测时期,物候期存在差异,同一地区同一观测时期,由于植株类型和生长状况的不同,其物候期也有一定的差异。因此,观测物候期可以为文冠果引种以至大规模推广种植提供了重要的理论依据。

文冠果开花过程中,花各部分结构特征、颜色、气味、分泌物等发生了相应变化。树冠中上部的花先于下部开放,外围的花先于内膛开放;顶生花序底部的花先开放,侧生花序基本同时开放。可孕花开放时间相对迅速集中,持续时间短,保证了正常的授粉受精。文冠果为虫媒花,开花时期观察到有多种昆虫访花,主要包括蜜

蜂、瓢虫、蝇类、粉蝶等体积较大、善于飞行的昆虫。昆虫活动时间集中在11:00~18:00之间,遇到阴雨大风天气,访花昆虫明显减少。

文冠果优良单株花粉活力在初花期不高,开花第5天达到最高,之后随着时间的延长花粉活力明显降低,直至花药干枯,花粉丧失活力。花粉活力的长短,一方面取决于遗传基因,另一方面受环境因素的影响。主要包括温度、湿度和空气,控制这几个因素可以延长花粉的寿命^[9]。利用这一生物学特性,在栽培管理中可采集开花后5 d之内的花粉进行人工授粉,为优良单株的育种和引种栽培提供技术保证。

文冠果优良单株柱头可授性在开花之初很弱,随着花期的推移,可授性逐渐增强,当柱头变褐干枯,完成授粉时,可授性显著降低直至丧失。柱头可授期是花朵成熟过程中的一个重要时期,它在很大程度上影响自花传粉率、开花后不同阶段的传粉率、各种传粉者的相对重要性、雄性和雌性功能之间的相互干扰、不同基因型的花粉之间的竞争以及配子体选择的机会等。不同植物柱头可授期所持续的时间不同,这一特性与最佳授粉期密切相关^[10]。可授期与柱头的形态特征变化密切相关,充分把握柱头可授期特点为在今后育种过程中最佳授粉期的选择提供了重要依据,保障了人工驯化过程中繁殖成功。

参考文献

- [1] 牟洪香,于海燕,侯新村. 木本能源植物文冠果在我国的分布规律研究[J]. 安徽农业科学, 2008(9): 3626-3628.
- [2] 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(1): 15-18.
- [3] 黄玉广,乔荣群,赵军,等. 文冠果营养及综合加工[J]. 食品研究与开发, 2004, 25(3): 73-76.
- [4] 周荣汉. 中药资源学[M]. 北京: 中国医药科技出版社, 1993: 422-425.
- [5] 尚宏芹. 文冠果综合利用研究进展[J]. 生物学教学, 2010(7): 16-17.
- [6] 敖妍,段劼,于海燕,等. 文冠果研究进展[J]. 中国农业大学学报, 2012(6): 197-203.
- [7] 孟祥涛,安静,姜岩. 能源植物文冠果应用开发存在的问题及应用展望[J]. 防护林科技, 2011(4): 86-87.
- [8] 左丹丹,明军,刘春,等. 植物花粉生活力检测技术进展[J]. 安徽农业科学, 2007(16): 4742-4745.
- [9] 胡适宜. 被子植物胚胎学[M]. 北京: 人民教育出版社, 1982: 51-58.
- [10] Dafnia. Pollination ecology[M]. New York: Oxford University Press, 1992: 59-89.

Research on Flowering Biological Characteristics of Superior Individual Plant of *Xanthoceras sorbifolia* Bunge

YAN Ting, GUO Jun-zhan, XU Long-guang

(College of Forestry, Northwest Agricultural and Forestry University, Yangling, Shaanxi 712100)

克鲁兹王莲在贵州的引种育苗初报及栽培建议

任 启 飞, 李 颀, 龙 成 昌, 周 庆, 房 小 晶

(贵州省植物园, 贵州 贵阳 550004)

摘 要:以从上海、西双版纳等地引种的克鲁兹王莲为试材,研究了不同种子处理方式对其种子发芽率的影响,对比了不同光照催芽条件下种子的发芽情况及幼苗生长特征,并结合贵州的地理气候为王莲的引种栽培提出了合理的建议。结果表明:种子顶刻处理的发芽率高,霉变率相对较小;强光和自然光+补光2种光照催芽条件的幼苗成苗率较高;王莲种子需在15℃水中保存,种子萌发需要30~33℃;根据贵州地区气候条件,王莲室内育苗从3月中下旬开始,5月温棚补光加温育苗,6月下旬移植室外;室内育苗需保证其足够生长空间并合理培肥和防治病虫害。

关键词:克鲁兹王莲;引种育苗;种子处理;催芽;栽培

中图分类号:S 682.32 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)05-0062-03

王莲(*Victoria*)属睡莲科(*Nympha*)植物,其叶圆形,直径可达1.5~2.0 m,边缘向上卷曲,整个叶面浮于水面,状似盆,能承受5岁儿童的重量,在园林水景中与其它植物搭配,可形成独特的水体景观,有“水生花王之称”^[1]。王莲为典型热带植物,对温度要求较高,其适宜的生长温度为30~35℃,15℃以下就会产生冻害^[2]。王莲属植物有克鲁兹王莲(*V. cruziana*)和亚马逊王莲(*V. amazonica*)2种^[3]。我国于20世纪50年代开始引种王莲,克鲁兹王莲因较为耐寒,备受各地引种者的青睐。目前我国上海、西安、河南等地引种克鲁兹王莲已获成功^[4-5],但育苗难仍然是限制其广泛引种栽培的主要因素。

我国贵州高原尚鲜见王莲的相关报道,2013年对从上海、西双版纳等地引进的克鲁兹王莲种子在贵州省植物园内进行育苗研究,以期为王莲在贵州成功引种栽培提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地位于贵州省贵阳市,地处东经106°07'~107°17',北纬26°11'~26°55',平均海拔1 000 m左右,属亚热带湿润季风气候,年平均气温14.8℃,夏季平均温度为23.2℃,其中6月平均气温为23.4℃;7月平均气温为25.9℃;8月平均气温为26℃,夏季最高温可达35.5℃。

1.2 试验材料

供试材料为2013年3月从上海、西双版纳等地引进克鲁兹王莲种子,置于盛清水的塑料瓶中,水面没过种子,在室温下储存。种子颜色为褐色,球形,千粒重456 g,平均直径为0.473 cm。

第一作者简介:任启飞(1985-),女,贵州遵义人,助理研究员,现主要从事水生植物资源保育等研究工作。E-mail:renqifei1985_2006@126.com。

基金项目:贵州省体改转制资助项目(黔科合Z字[2010]4006号);贵州科学院青年基金资助项目(黔科院J合字[2012]10号)。

收稿日期:2013-11-15

Abstract: Taking superior individual plant of *Xanthoceras sorbifolia* Bunge in Yangling, Shaanxi Province as the research object, through field investigation and observation, the flowering phenology, morphological characteristics of flowers, floral dynamic the space distribution pattern of the fertile flowers, pollen viability and stigma receptivity were studied and analyzed. The results showed that the flowering phase of superior individual plant lasts for 15 days, from the early April to the mid-to-late of April. Flowers on the middle and top of crown came into blossom before the lower, outer before the center. Flowers at the bottom of terminal inflorescence bloom firstly, lateral inflorescence almost open at the same time. Pollen vitality in the initial stage of the blossom was lower than fullbloom stage, and it reached the max value at around 5 days after flower, then decreased slowly. When the base of petals turned from bright orange to salmon pink, stigma receptivity achieved the highest level.

Key words: *Xanthoceras sorbifolia* Burge; characteristics of florescence; pollen viability; stigma receptivity