

中国无忧花种子发芽特性研究

王华宇¹, 陈乃明², 杨利平², 何贵整^{2*}, 陈俊锦², 王鹏良¹, 杨琼²

(1. 北部湾大学资源与环境学院, 广西钦州 535011; 2. 钦州市林业科学研究所, 广西钦州 535000)

摘要 对广西钦州市树龄 28 年的中国无忧花母树采种后进行发芽试验, 结果发现, 所采种子千粒重为 7 235.6 g, 其中约 2/3 的种子在种皮表面存在皱缩、不平整等异常情况, 可能是在种子发育过程中受到昆虫或菌类危害造成的。发芽试验表明, 河沙更适合中国无忧花种子育苗。明显受损伤的中国无忧花种子发芽率低, 而依据种皮外观对种子进行分检, 发芽率可提高至 72.0%。对种子萌发的形态学变化进行观察, 发芽过程明显可分为吸胀、生根、发芽和成苗 4 个阶段。建议除了加强中国无忧花实生苗繁育的相关技术研究外, 应加快其植物组织培养技术体系的建立和完善, 尽快实现种苗的标准化、规模化繁育。

关键词 中国无忧花; 种子; 发芽; 千粒重; 发芽率

中图分类号 S685 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2020)01-0116-04

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2020.01.035

开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Germination Characteristics of *Saraca dives* Pierre Seeds

WANG Hua-yu¹, CHEN Nai-ming², YANG Li-ping² et al (1. College of Resources and Environment, Beibu Gulf University, Qinzhou, Guangxi 535011; 2. Qinzhou Forestry Research Institute, Qinzhou, Guangxi 535000)

Abstract Germination experiment was tried on the seeds from 28-year-old trees in Qinzhou, Guangxi. The results showed that 1 000-kernel weight was 7 235.6 g, but nearly two-thirds of the seed coats seemed abnormal, such as wrinkled and rough. Very likely it was caused by insects or fungus during the development of the seeds. The germination experiment showed that fresh water sand was better for seed-breeding of *S. dives* Pierre. The germination percentage of the injured seeds was low. But the breeding efficiency could be improved to 72.0% when seeds had been separated according to the seed coats. According to the morphological changes of the germination process, it could be obviously divided into four stages: dormant, development, rooting and seedling stage. It was suggested that the related research on seedling propagation should be improved. And more importantly, the research on plant tissue culture technology should be also accelerated, so that the standardized and mass production of seedlings could become true sooner.

Key words *Saraca dives* Pierre; Seed; Germinate; 1 000-kernel weight; Germination percentage

中国无忧花(*Saraca dives* Pierre)多分布于云南东南部至广西西南部、南部和东南部, 越南、老挝等地也有分布^[1], 其四季常绿、树冠伞形, 非常适合在道路、庭院、公园进行景观配置; 嫩叶初生时呈紫红色, 柔软下垂, 观赏效果极佳; 花序大型, 橙红似火焰, 蔚为壮观, 有“火焰花”之称^[2]。无忧花在佛教中被视为“圣树”, 相传释迦牟尼就诞生于此树下, 人们都相信无忧树能消除悲伤, 是一种极具祥瑞之气的人文树种^[3-4]。随着城市绿化的深入推进, 观花树种和乡土树种日益受到关注, 近年来中国无忧花在华南地区逐渐成为一个热点树种。

中国无忧花的繁殖可采用播种、扦插和高压压条等方法^[5-6], 其中播种是最常用的繁殖方法。但研究表明, 在广州及邻近地区种植的中国无忧花, 虽然生长良好, 能够开花结果, 但由于在荚果成熟期受到荔枝异形小卷蛾(*Cryptophlebia ombrodelta* Lower)的严重危害, 几乎连年采收不到健康种子, 严重影响了中国无忧花的推广应用^[7-8]。笔者在广西钦州市进行中国无忧花的实生苗培育时, 也遇到发芽率低、种子被害虫和菌类危害的现象。因此, 笔者对中国无忧花的种子形态、萌发过程和影响发芽的部分因子进行了研究, 旨在为中国无忧花实生苗的高效培育和推广应用提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料 试验所用种子均采自钦州市林业科学研究所院内的 2 株中国无忧花母树, 树龄约为 28 年, 树高分别为 12.4、10.8 m, 胸径分别为 0.48、0.46 m, 二者生境相似, 长势良好, 均能开花结实。

1.2 试验方法

1.2.1 发芽试验 发芽试验在温室大棚内进行, 棚顶覆有薄膜和可移动的双层遮阳网。播种苗床高 25 cm, 分为沙床(河沙, 直径 < 0.3 cm)和混合基质(黄心土和河沙按照体积比 2:1 混合) 2 种, 播种前 2 d 用浓度 0.3% KMnO₄ 溶液对苗床喷洒消毒。播种前, 将种子全部用敌百虫 1 000 倍液和甲基托布津 800 倍液混合浸泡 1 h。随机抽取种子, 分别播在 2 种基质中, 覆土厚度约 1 cm, 试验期间保持基质湿润。统计不同基质中种子的发芽率。

根据种皮是否有皱缩、突起或坑洼等异常现象将试验种子进行分检, 将分检出的受损种子和无受损种子分别播种于河沙中, 管理方式相同, 统计二者播种后发芽率和生长情况的差异。计算发芽率时, 以顶芽露出地面 0.5 cm 以上视为发芽。各处理组内均设 3 次重复。

1.2.2 种子发芽过程中的形态学观察 发芽试验于 2016 年 8 月至 2017 年 3 月。播种后每 7 d 随机抽取种子观察萌发情况, 并用手术刀片沿种子侧面剖开, 观察胚的生长发育情况。

1.3 测定项目与方法 采种时间为 2016 年 8 月 1 日。在采摘的果荚中, 随机抽取果荚 50 个, 测量果荚的长度和宽度。

基金项目 广西林业厅项目(桂林护预 2016003); 钦州市本级项目(花卉产业化示范)。

作者简介 王华宇(1981—), 男, 河南南阳人, 高级工程师, 从事植物资源开发利用研究。* 通信作者, 高级工程师, 从事林木花卉引种、繁育研究及产业化应用。

收稿日期 2019-07-19

剥开果荚后统计种子数量,并分别统计种皮光滑、外观无明显异常的种子数量(简称“无受损种子”)和种皮有皱缩、突起或坑洼等异常现象的种子(简称“受损种子”)数量。随机抽取 100 粒种子,用游标卡尺测量其长度和宽度,用电子天平称量其鲜重(精确到 0.1 g)。长度小于 1 cm 或明显干瘪的种子视为发育不良,不作统计。

1.4 数据分析 采用 Excel 2010 和 SPSS 16.0 软件对试验数据进行处理和统计分析。

2 结果与分析

2.1 果荚和种子的特性 中国无忧花母树在当地的花期为 3 月中旬至 5 月底 6 月初,视气候情况略有变化。果实成熟期为 7—8 月,一般到 8 月中旬果荚自然脱落完毕。果荚未成熟时青色,后逐渐变为浅黄色、黄褐色,成熟果荚为棕褐色(图 1A),果荚的颜色与其内种皮的颜色变化基本一致。果荚剥开后,易翻卷扭曲,且发现少数果荚有虫蛀痕迹。果实和种子的部分特征见表 1。

成熟种子棕褐色,扁平状,多为肾形至椭圆形,两面中间有一浅凹槽。胚白色,近锥状,略扁,胚根端稍尖,长 0.4~

0.6 cm。2 片子叶肥厚,占据种子内的绝大部分空间(图 1B)。约 2/3 的种子在种皮表面存在较明显的皱缩、坑洼不平异常情况(图 1C)。解剖后发现,种皮异常的种子内部存在局部皱缩、凸起、黑斑、菌斑等现象,有的直接导致胚芽损伤甚至失去活性(图 1C)。另外,在种皮光滑、外观无明显异常的种子中,剖开后发现有少部分种子也存在不同程度的结构损伤,可能是在种子发育过程中受到昆虫蛀食或菌类感染造成的。

表 1 中国无忧花果实和种子部分特征

Table 1 Partial feature of the fruits and seeds of *S. dives* Pierre

种类 Species	类型 Type	长度 Length	宽度 Width	其他特征 Other characteristics
果实 Fruit	荚果	多为 25 ~ 33 cm, 平均 28.2 cm	多为 4.5 ~ 6.5 cm, 平均 5.5 cm	内含种子多为 4~10 枚, 常有 1~2 枚发育不完全
种子 Seed	无胚乳种子	多为 3.5 ~ 4.5 cm, 平均 4.1 cm	多为 2.2 ~ 2.7 cm, 平均 2.5 cm	种子长宽比约为 1.6, 新鲜种子千粒重为 7 235.6 g



注: A. 果荚; B. 正常的种子剖开; C. 受损的种子外观及剖面

Note: A. Pod; B. profile of normal seed; C. Appearance and profile of damaged seed

图 1 种子的形态特征

Fig. 1 Morphological feature of the seeds

2.2 不同基质和种皮形态对种子发芽率的影响 中国无忧花种子发芽持续时间较长,试验期内陆续有种子萌发,但多集中在播种后 35~84 d, 高峰期为第 42~70 天, 105 d 后很少再有萌芽。从实生苗的一致性看,在河沙中的种子发芽时间较短,实生苗一致性相对较好,从播种开始 84 d 内绝大部分具有发芽能力的种子均可以完成萌发。而在混合基质中种子发芽持续时间较长,较河沙中晚 14~28 d, 种苗一致性差。

由表 2 可知,在河沙和混合基质中,中国无忧花种子发芽率均较低,分别为 41.3% 和 32.7%, 说明中国无忧花种子萌发对基质的透气性和疏水性要求较高。相对于河沙和黄土的混合基质,河沙更适合中国无忧花种子的育苗。在河沙基质中,经过挑拣种皮光滑、外观无受损的种子发芽率可达 72.0%, 而种皮外观异常的受损种子发芽率仅为 31.0%, 二者存在显著差异。经过挑拣的种皮正常的种子发芽率是统播时种子发芽率的 2.3 倍, 说明种皮的光滑度和平整度与种

子的发芽率具有较强的正相关性,可为选种和育苗生产提供一定的参考。

2.3 种子发芽的形态学观察 中国无忧花种子子叶肥厚,可为种子萌发提供营养。试验发现,部分实生苗已形成数片真叶,但其子叶养分并未消耗完毕。覆土较浅露出地面的种子,在开裂后子叶逐渐变为浅绿色至绿色,可进行光合作用,有利于幼苗的生长。中国无忧花发芽高峰期为播种后第 42~70 天,发芽过程中种子和胚的形态学变化,经历明显的吸胀、生根、发芽和成苗 4 个阶段,外观变化见图 2A。

在吸胀阶段,种子的外观变化不大,水分的吸收、组织结构的软化和内部代谢活动的加强应是该阶段发生的主要反应。生根阶段的主要特点是下胚轴和胚根的伸长。从种子表面看,种子近胚根端从侧面裂开,下胚轴明显膨大,将胚根推出种皮,而上胚轴的变化不明显,胚芽开始分化(图 2B)。在发芽阶段,胚根继续伸长生长,并有大量侧根产生,胚芽端

的叶原基不断发育膨大形成明显的顶芽,随着上胚轴的伸长生长将其推出种皮(图 2C、2D)。上胚轴刚出土的部分颜色逐渐由近白色、淡紫色过渡至紫色,高约 10 cm 时第一片真叶开始形成,随后 14~21 d 会形成 2~3 片真叶,播种 120 d 后,实生苗高度 25~40 cm,应及时进行移植和疏苗。在试验中发现种子萌发过程中,部分种子腐烂,其内滋生一种双翅

目花蝇科幼虫,数量较多,体长 8~10 mm,乳白色,其具体种类还有待进一步鉴定。

此外,在实生苗中发现 4 株叶型与正常中国无忧花叶型差异明显的变异苗,复叶的小叶近披针形,稍扭曲,边缘波状,变异率约为 1.1%。

表 2 不同处理对中国无忧花种子萌发的影响

Table 2 The effect of different treatments on germination of *S. dives* Pierre

种子处理 Seed treatment	播种基质 Planting substrate	播种数 Seed number 个	发芽数 Number of germination//个	发芽率 Germination rate %	实生苗情况 Seedling condition
种子无挑拣 Seeds without picking	河沙	240	99	41.3±1.3 b	种苗一致性较好,发芽时间较集中
受损种子 Damaged seeds	混合基质	150	49	32.7±1.2 c	种苗一致性差,发芽持续时间较长
无受损种子 Undamaged seed	河沙	300	93	31.0±1.7 c	种苗一致性较差,发芽时间较集中
	河沙	150	108	72.0±2.3 a	种苗一致性较好,发芽时间较集中

注:同列不同小写字母表示不同处理间差异显著($P < 0.05$)

Note: Different lowercase letters in the same column indicate significant differences between different treatments at 0.05 level



注:A. 种子萌发动态;B. 胚轴的发育和胚根的伸长;C、D. 胚芽的发育和上胚轴的快速伸长

Note: A. Seed germination dynamics; B. Development of hypocotyl and elongation of radicle; C, D. Development of germ and rapid elongation of hypocotyl

图 2 种子萌发的动态观察

Fig. 2 Continuous observation of the seed germination

3 结论与讨论

3.1 结论

(1) 中国无忧花在钦州市的花期为 3 月中旬至 5 月底 6 月初,果实成熟期为 7—8 月。果荚平均长度 28.2 cm,平均宽度 5.5 cm,内含种子数多为 4~10 枚,常有 1~2 枚发育不完全。

(2) 中国无忧花种子为无胚乳种子,棕褐色,种子平均长度和宽度分别为 4.1 和 2.5 cm,千粒重 7 235.6 g。胚白色,近锥状,子叶肥厚。约 2/3 的种子在种皮表面存在较明显的皱缩、坑洼不平等异常情况,内部存在局部皱缩、凸起、黑斑、菌斑等现象。

(3) 种子萌发对基质的透气性和疏水性要求较高,河沙是适合中国无忧花种子育苗的基质。明显受损伤的中国无忧花种子发芽率低,而依据种皮外观对种子进行分检,发芽率可提高至 72.0%。

(4) 中国无忧花发芽高峰期 of 播种后第 42~70 天,发芽过程中种子和胚的形态学变化,经历明显的吸胀、生根、发芽和成苗 4 个阶段。

3.2 讨论 中国无忧花在广州地区种植时,由于病虫害及开花时正值雨季等原因,几乎连年采收不到健康种子^[7-8]。吕武杭等^[9]从广西“今日景艺(台湾)生物科技有限公司”购买种子进行播种,发芽率可达 95.2%,其种源可能来自台湾。北海市苗圃进行育苗和栽培,发芽率可达 70%~80%^[10],但种子来源未知。该试验所在地钦州市位于广西南部,属于或接近中国无忧花的原产地,但试验采集的种子因受虫害和病菌危害,种子发芽率低,这种现象与在广州地区种植时有相似之处。温小莹等^[8]认为可能是由于种植地和原产地不全相同的生态,削弱了其对害虫的抵抗力,另一方面光热不足影响了植株结实。

千粒重是体现种子大小和饱满度的一项重要指标。已有的文献报道中,中国无忧花种子千粒重说法不一^[10-12],但多为 7 000 g 左右。而刘东明等^[7]通过干基注射内吸性杀虫剂防治无忧花蛀荚害虫试验中,完好种子千粒重达 9 000~10 000 g。这可能与所测种子的完好程度有关,也与种子的含水量有密切关系。该试验结果表明,种子千粒重为 7 235.6 g,最高发芽率为 72.0%。鉴于该试验中所采种子受

害比例较高且总体发芽率低,正常千粒重应大于 7 235.6 g。

试验发现,受损种子仍具有一定的发芽能力,可能是由于胚芽等分生组织没有或仅部分受到损伤,而种皮外观正常的部分种子也存在不同程度的受损情况。根据种皮外观进行人为分检得到的受损种子发芽率为 31.0%,明显低于外观正常的种子(72.0%),说明依据种皮外观进行挑选分类可以显著提高播种效率,这对选种和育苗生产具有一定的指导意义。该试验在中国无忧花的实生苗中发现有一定比例的变异苗(1.1%)和双顶芽苗(2.3%),推测可能由于虫害或病菌对胚芽的破坏和侵染导致顶端分生组织的二次分化有关。此外,部分种子萌发过程中出现的花蝇科幼虫,鉴于播种前已对种子进行过浸泡消毒,推测这些幼虫可能是以虫卵的形式寄生于种子内部,很难通过外部消毒的办法予以杀死。但此类幼虫的外形和大小明显不同于鳞翅目的荔枝异形小卷蛾,其具体种类和侵染途径还有待进一步鉴定和研究。

中国无忧树是近年来在华南地区畅销的高档新优绿化树种^[5],且树皮和根可供药用,又是优良的紫胶虫(*Laccifer lacca* Kerr)寄主。该树种在台湾台北市早有应用,但大量用作南宁优美的行道和绿化树种^[3]。目前种植在南宁园湖路的中国无忧花已经取得了很好的景观效果,为该树种在周边市区的应用提供了样板,也为优良乡土树种的开发应用提供了范例。目前中国无忧花胸径 5~6 cm 的容器苗在南宁苗木

市场的售价达 250~400 元,但仅能满足于少量需求,种苗的缺少是限制该树种发展的一个重要因素。除了加强中国无忧花实生苗繁育的相关技术研究外,建立并完善其植物组织培养技术体系,是破解中国无忧花种苗瓶颈的有效途径,也是实现其大面积推广应用的重要环节。

参考文献

- [1] 中国科学院《中国植物志》编辑委员会. 中国植物志:第 39 卷[M]. 北京:科学出版社,1988:207-209.
- [2] 庄雪影. 园林树木学(华南本)[M]. 广州:华南理工大学出版社,2002:135.
- [3] 王越,温放. 中国无忧树与红花荷——记广西两种色彩绚烂的乡土树种[J]. 中国花卉盆景,2006(6):20-21.
- [4] 罗伟聪. 中国无忧花历史文化特性及在华南地区的种植养护研究[J]. 中国园艺文摘,2016(6):164-166.
- [5] 曾宋君. 无忧树的繁殖与栽培管理[J]. 广东园林,2001(2):40-41.
- [6] 广西壮族自治区林业科学研究院. 一种无忧花绿化苗培育方法:CN201310188206.7[P]. 2013-08-07.
- [7] 刘东明,伍有声,董祖林,等. 干基注射内吸性杀虫剂防治无忧花蛀茎害虫研究初报[J]. 广东园林,2002(1):45-46.
- [8] 温小莹,陈建新,吴泽鹏,等. 中国无忧花在广州地区的生长及其育苗技术[J]. 广东林业科技,2005,21(4):58-60.
- [9] 吕武杭,余汉元,陈子英. 中国无忧树的引种试验[J]. 粤东林业科技,2006(1):8-10.
- [10] 朱海波. 中国无忧花育苗栽培技术[J]. 现代农业科技,2009(19):222-223.
- [11] 广东省质量技术监督局. 中国无忧花栽培技术规程:DB 44/T 1576—2015[S]. 广州:南方医科大学,2015:1-2.
- [12] 王宏志. 热带亚热带主要树种采种育苗技术[M]. 南宁:广西人民出版社,1985.

(上接第 89 页)

为了给猪场对猪链球菌病的防控提供参考,该研究检测了分离菌株的药物敏感性。结果显示,分离菌株主要对青霉素类和头孢类药物敏感,对氨基糖苷类、大环内酯类和四环素类药物表现耐药或中介。该研究的药敏试验结果与 Chen 等^[14]的研究结果类似。该猪场防控猪链球菌感染应优先选择青霉素类和头孢类药物。

该研究分离到一株猪链球菌 2 型菌株,该菌株具有高致病性,很可能是引起猪场猪发病的病原菌。药敏试验结果显示,分离菌株主要对青霉素类和头孢类药物敏感。该研究结果为猪场对猪链球菌感染的防控提供了参考依据。

参考文献

- [1] GOYETTE-DESJARDINS G, AUGER J P, XU J, et al. *Streptococcus suis*, an important pig pathogen and emerging zoonotic agent—an update on the worldwide distribution based on serotyping and sequence typing[J]. Emerg Microbes Infect, 2014, 3(6):1-20.
- [2] SEGURA M, CALZAS C, GRENIER D, et al. Initial steps of the pathogenesis of the infection caused by *Streptococcus suis*: Fighting against nonspecific defenses[J]. FEBS Lett, 2016, 590(21):3772-3799.
- [3] TIEN LE H T, NISHIBORI T, NISHITANI Y, et al. Reappraisal of the taxonomy of *Streptococcus suis* serotypes 20, 22, 26, and 33 based on DNA-DNA homology and *sodA* and *recN* phylogenies[J]. Vet Microbiol, 2013, 162(2/3/4):842-849.
- [4] 张纯瑶,解倩倩,宋子杰,等. 猪链球菌的分离鉴定及耐药性分析[J].

- 黑龙江畜牧兽医, 2019(1):69-72.
- [5] FENG Y J, ZHANG H M, WU Z W, et al. *Streptococcus suis* infection: An emerging/reemerging challenge of bacterial infectious diseases? [J]. Virulence, 2014, 5(4):477-497.
- [6] YU H J, JING H Q, CHEN Z H, et al. Human *Streptococcus suis* outbreak, Sichuan, China[J]. Emerg Infect Dis, 2006, 12(6):914-920.
- [7] 冯元贵,韩茹欣,马宾. 海南省首例人感染猪链球菌病流行病学调查[J]. 中国热带医学, 2019, 19(3):298-300.
- [8] 杜国明,邹艳,陈海明,等. 江苏省苏州市首例人感染猪链球菌病病例的调查报告[J]. 医学动物防制, 2019, 35(7):709-710.
- [9] NEMETH A, KNAUSZ M, SCHMIDT P. Special case of purulent meningitis caused by *Streptococcus suis*. Case report[J]. Orv Hetil, 2019, 160(1):30-34.
- [10] YANASE T, MORII D, KAMIO S, et al. The first report of human meningitis and pyogenic ventriculitis caused by *Streptococcus suis*: A case report [J]. J Infect Chemother, 2018, 24(8):669-673.
- [11] LIU Z J, ZHENG H, GOTTSCHALK M, et al. Development of multiplex PCR assays for the identification of the 33 serotypes of *Streptococcus suis* [J]. PLoS One, 2013, 8(8):1-11.
- [12] TENG L, DONG X X, ZHOU Y, et al. Draft genome sequence of hypervirulent and vaccine candidate *Streptococcus suis* strain SC19 [J]. Genome Announc, 2017, 5(3):1-2.
- [13] SEGURA M, FITTIPALDI N, CALZAS C, et al. Critical *Streptococcus suis* virulence factors: Are they all really critical? [J]. Trends Microbiol, 2017, 25(7):585-599.
- [14] CHEN L, SONG Y J, WEI Z G, et al. Antimicrobial susceptibility, tetracycline and erythromycin resistance genes, and multilocus sequence typing of *Streptococcus suis* isolates from diseased pigs in China [J]. J Vet Med Sci, 2013, 75(5):583-587.