

鸟类对猪血木种子的散布及其在保护中的意义

申仕康¹, 胡晓立^{1,2}, 王跃华^{1*}

(1. 云南大学 生命科学学院, 昆明 650091; 2. 中国药科大学 生药学教研室, 南京 210009)

摘 要: 观察了广东八甲地区鸟类对猪血木种子的散布过程, 对散布效果及其在幼苗建立、种群恢复以及保护生物学中的意义进行了分析。结果表明, 猪血木种子通过鸟类和重力散布, 但以鸟类散布为主; 猪血木种子萌发的关键是种子能否从浆果暴露出来; 鸟类对猪血木种子散布的意义在于破碎果实, 暴露种子。由于人类活动的干扰, 散布区内许多土地已异质化, 一些种子被散布到无法萌发的环境中, 限制了鸟类散布的效果。由于鸟类散布在猪血木幼苗建立和分布区扩张方面具有重要意义, 因此在对猪血木进行保护时, 除保护生境外还必须注意对鸟类进行保护。

关键词: 猪血木; 濒危植物; 黄臀鹌; 红耳鹌; 种子散布; 物种保护

中图分类号: Q948.12 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2008)05-0650-05

Ornithochory of *Euryodendron excelsum* and its significance in conservation biology

SHEN Shi-Kang¹, HU Xiao-Li^{1,2}, WANG Yue-Hua^{1*}

(1. College of Life Sciences, Yunnan University, Kunming 650091, China; 2. Department of Pharmacognosy, Chinese Pharmaceutical University, Nanjing 210009, China)

Abstract: *Euryodendron excelsum* H. T. Chang is a monotypic species endemic to China, only distributed in Bajia Region, Guangdong Province. The number of the living plant of the species is rather small. In order to find out the critical roles of its reproductive process, we observed the seed dispersal process and the dispersal effect in Bajia Region. The results show that the seed dispersion of *E. excelsum* is barochory and ornithochory, and ornithochory plays main role while barochory is not effective. Two common birds, *Pycnonotus xanthorrhous* and *P. jocosus* are the main carriers for its seed dispersion. Because all adult trees of *E. excelsum* are situated inside or near the villages, the frequency of human activities is high. This greatly disturbs ornithochory and makes the grounds under the adults are not so suitable for seedlings growth. With the economic development, a lot of lands in the region have been used as orchards, paddy fields or timber forests, and all these will decrease the effect of ornithochory. For ornithochory plays a very important role in seedlings establishment and distribution expendability of *E. excelsum*, its two disperser birds should also be protected.

Key words: *Euryodendron excelsum*; endangered plant; *Pycnonotus xanthorrhous*; *P. jocosus*; seed dispersal; species protection

鸟类由于具有飞翔能力且植物果实与种子是其最主要食物来源, 因此, 鸟类是植物最重要的散布者 (Van der, 1982; 马绍宾等, 2002)。已有的研究结果

显示, 许多植物的幼苗建立和种群恢复依赖于鸟类对种子的散布 (Pacala, 1997; Zobel 等, 2000)。虽然从历史证据和系统发生上看, 果实与食果动物之间

收稿日期: 2007-03-26 修回日期: 2007-12-19

基金项目: 国家自然科学基金(30160011, 30560017) [Supported by the National Natural Science Foundation of China(30160011, 30560017)]

作者简介: 申仕康(1982-), 男, 湖南邵东人, 在读硕士, 从事保护生物学及菌根研究, (E-mail) ssk168@yahoo.com.cn.

* 通讯作者 (Author for correspondence, E-mail: wangyh58212@126.com)

专一的选择关系并不多见(Herrera, 1985),但也有诸如渡渡鸟和大颅榄树间形成的特殊关系(Owadally & Temple, 1979)及槲寄生科(Viscaceae)、桑寄生科(Loranthaceae)植物与鸟类间的密切关系(肖来云等, 1994; 鲁长虎, 2003)。而对于濒危植物而言,特别是一些通过鸟类进行种子散布的植物,它们与鸟类之间的关系是怎样的呢? 黄双全等(2000)在研究鹌类对接骨草(*Sambucus chiensis*)分布影响时发现:植物与种子传播者间的关系是保护生物学和恢复生态学中的一个重要环节。

猪血木(*Euryodendron excelsum*)为我国特有种,隶属山茶科单型属猪血木属,为常绿乔木,最高可达 25 m,目前仅在广东八甲地区尚有分布(林来官, 1992),且数量极其稀少,被列为国家Ⅱ级重点保护植物,国际自然保护联盟(IUCN)植物红皮书按该组织对濒危物种等级的划分标准将其归为极危级(critically endangered)。虽然我们在前期研究中已报道在猪血木果实成熟时,有两种鸟类,黄臀鹌(*Pycnonotus xanthorrhous*)和红耳鹌(*P. jocosus*)对其进行采食(王跃华等, 2002),但未作专门研究。

1 研究地概况及猪血木分布情况

广东省八甲镇(111°24' E, 21°57' N)是目前猪血木仅有的分布地,该地区地形平缓,多为低矮丘陵,平均海拔 160 m,土壤主要为红壤和燥红壤,表层土壤含沙量较高,pH 值在 6.0~6.8 之间。南部有河尾山(最高海拔为 1 182 m,属云开大山)、北为云雾山山脉。该地区高温多雨,年平均气温 21.7℃,年积温达 7 000~8 000℃,年降雨量 2 000 mm。空气湿度大,年平均相对湿度 80%,属南亚热带气候。

八甲地区截至本实验结束已查明的猪血木斑块共 6 个,呈岛屿状分布,成熟个体数共有 17 株,其中 11 株分布在冲田地区,塘冲、坎头垌及竹根富地区各有 1 株,合路地区有 3 株。幼树除在上述 5 个地区有分布外在山叶地区(成年植株已死亡)存有 13 株。

2 时间及方法

于 2000 年 7 月至 2002 年 12 月进行初步调查,调查内容包括生长地区土地利用情况,猪血木的物候、植株存量、分布格局、种子散布及萌发情况;于 2002 年 12 月 7 日至 2003 年 1 月猪血木盛果期时

用望远镜观察食果鸟对果实的采食过程,调查猪血木结实和种子散布。在坎头垌、塘冲和冲田 3 个地区现存结实植株中,选取冲田地区的 3 株,塘冲及坎头垌地区各 1 株为实验对象。

第 1、2 天清扫猪血木树下地面后于树下驱赶前来采食的鸟类,傍晚无鸟时收集地面果实。统计无鸟类采食时地面散落果实作为猪血木盛果期每日落果数。第 3 天清晨清扫地面后离开,于傍晚收集下落于树冠投影下的果实,对比每日落果数,得到正常情况应该下落而被鸟类采食的果实数量;第 4、5 天驱赶鸟类,收集树下果实,以对应第 1、2 天的实验;第 6 天清扫地面后在实验区外组织人员,劝阻当地居民进入实验区,收集地面果实与平均每日落果数进行对比得到人类干扰消除后鸟类采食的最大果实消费量。实验每 6 d 为 1 个周期,共做 2 个周期。

实验室养殖市场购买的黄臀鹌,投喂市售鸡饲料,待其粪便中都为饲料的消化产物,色泽为黄色后,用猪血木果实投喂,从进食时开始计时,测量其粪便色泽变为褐黑色时的时间,得到消化排空时间。

3 结果与分析

3.1 开花、结实

猪血木的开花、结实受气温、降雨影响较大,在时间上的变化在 1 个月左右。一般初花期为每年 7 月下旬,盛花期为 8 月上、中旬,产花量较多,2002 年统计冲田的 1 株结实植株(H=16 m, DBH=20.7 cm) 40 cm 小枝 10 枝,平均有花蕾 97 个。果期从 9 月中旬持续至次年 1 月,幼果小时绿色,质地硬,成熟时为紫红色浆果,卵圆形,直径 3~4 mm,质地软,味甜,富含水分。经解剖,成熟果实内均有发育正常的种子,种子数目多少与果实大小和饱满程度相关。子房 3 室、偶见 2 室,每室具胚珠 10~12 个,猪血木平均单果重 0.147 2 g,每个果实平均含 12 粒种子。成熟种子圆肾型,外种皮革质、亮褐色,表面有蜂窝状雕纹,内种皮紫黑色、膜质,胚乳丰富呈弯弓型,种子平均宽度、长度和厚度分别为 1.40 mm、1.66 mm 和 0.79 mm,种子千粒重为 0.852 9 g。胚发育正常,子叶和胚轴、胚根分化明显,白色。

3.2 种子散布者

黄臀鹌和红耳鹌属鹌科(Pycnonotidae),均为群栖型留鸟,二者体型中等(全长 18~20 cm),常活动于村庄附近及山地林缘,食性杂,以果实、种子、昆

虫等为食(王紫江等,2002;Mackinnon & Phillipps, 2000)。八甲地区的黄臀鹌和红耳鹌在猪血木果实成熟期喜食猪血木的成熟浆果,果期每日皆有鹌类飞临猪血木结实植株进行采食,偶有采食圆果罗伞(*Ardisia depressa*)、九节(*Psychotria rubra*)、鸭皂树(*Acacia farnesiana*)等果实的行为。一般说来,鸟类对植物种子的摄取、消化会提高植物种子的萌发率和萌发速度(Krefting & Roe, 1949; Van der, 1982),但据王跃华等(2002)研究表明:鸟类的采食及消化并不是猪血木种子萌发的必要条件。

两种鸟类在八甲地区各地的采食活动规律如下:冲田地区受人类干扰较少,鹌类在 8:30 可以观察到开始有采食活动,13:00~15:00 较少看到鸟类的采食行为,15:00 后鸟类又开始采食直至 17:00 左右离开。塘冲实验地仅有 1 株结实成株,位于田埂上,受人类干扰较大,鹌类进行采食的时间不固定且在树上停留时间较短。坎头垌的人为影响则介于冲田及塘冲之间,采食时间及规律同塘冲。于树下收集到的黑褐色粪便中基本只有猪血木的种子和未被消化完全的果肉、果皮等,较少见到其它植物种子。

3.3 种子散布

调查结果显示,猪血木的种子通过重力及鸟类

进行散布,同时也存在以地面雨水冲刷搬运、种子黏附于大型家畜如牛等的蹄下泥土中等的二次散布。

3.3.1 重力散布及效果 猪血木果实通过重力散布能够到达的区域不远,大都处于树冠投影及滚动范围内,但在重力散布区内却未发现有大量种子苗,这与猪血木种子具有约 50% 的萌发率(王跃华等, 2002)相悖。野外解剖其下落果实后发现,由于猪血木成熟果实含糖、含水量高,在八甲地区合适的气温下,极易腐烂,致使其中的绝大部分(约 70%)种子受霉菌感染,或受发酵产物毒害,外种皮发霉,胚稀烂化,最终死亡。参考王跃华等(2002)研究结果,我们认为,种子能否暴露是猪血木种子在野外萌发率高低的决定性因素。重力散布的果实一般通过以下 3 种途径将种子中暴露出来:①通过昆虫对猪血木果实的啃食暴露出种子。②通过人、畜践踏破碎果实后暴露出种子。③在果实开始霉烂但种子胚尚未死亡时,通过雨水冲刷暴露出种子。根据实地调查,虽有暴露种子的途径,但暴露出来的种子数量不多,因此,二次散布的作用有限。调查表明,仅有 7 株幼树分布于成株下,而其它幼树以集聚型分布格局生长在成株附近,此现象证明重力散布在目前的环境下对个体数量增加贡献有限。

表 1 猪血木果实收集结果

Table 1 Experiment results of seeds dispersal of *Euryodendron excelsum*

地点及 编号 Location and No.	收集到的果实数量(个) No. of fruits collected									
	驱赶鸟类 Driving away birds			无干扰 Without disturbance		驱赶鸟类 Driving away birds			消除人类干扰 Eliminating man's disturbance	
	第 1 天	第 2 天	平均	第 3 天	平均	第 4 天	第 5 天	平均	第 6 天	平均
1#	68(77)	74(70)	72.25	24(27)	25.5	70(59)	62(67)	64.5	16(23)	19.5
2#	71(79)	69(63)	70.5	20(36)	28	76(74)	71(65)	71.5	17(29)	23
3#	67(62)	74(73)	69	13(19)	16	62(67)	69(58)	64	14(18)	16
4#	38(42)	32(49)	40.25	16(28)	22	33(39)	38(41)	37.75	14(16)	15
5#	81(87)	84(92)	86	51(43)	47	72(70)	86(77)	76.25	46(27)	36.5

注:括号中为实验第 2 个实验周期的收集结果;1#,2#,3#为冲田(Chongtian)实验植株;4#为塘冲(Tangchong);实验植株;5#为坎头垌(Kantoudong)实验植株。

Note: Results of the second period in the parentheses;1#,2#,3# is the Chongtian adults;4# is the Tangchong adults;5# is the Kantoudong adults.

3.3.2 鸟类散布 第 1、2 天的平均落果数为第 3、6 天收集到的果实数量与其它天的果实数量相比,平均减少 57.52% 及 66.26%,变化较为明显(表 1)。数据表明,鸟类采食了相当比例的猪血木成熟果实,通过鸟类消化器官的处理,约超过一半的种子得到暴露,因此,鸟类散布是猪血木最主要的种子散布渠道,提高了猪血木种子的野外萌发率,是猪血木种群

自然更新的重要影响因子。

3.3.3 鸟类散布效果 鸟类粪便虽然也会发霉,导致其中的猪血木种子死亡,但粪便无论落于地面或落于其它植物的叶片上,都更容易被频繁的雨水冲刷散开,减少种子霉烂的比例,增强了散布效果。猪血木结实成株与幼苗、幼树之间的距离关系见表 2,其中,山叶地区的结实成株已经死亡,但幼苗仍有分

布;合路及竹根富地区由于人类活动的密度过大,导致猪血木成株周围的土地变为民居、农田、鱼塘、干旱而裸露的荒坡等,这些异质化的土地已不适合种

子的萌发及幼苗生长,没有发现幼苗及幼树的分布,因此鸟类散布效果受到环境局限。

结实成株大多分布在农田、村边、路旁和民居附

表 2 猪血木结实成株、食果鸟与幼苗的关系
Table 2 Relationship among *Euryodendron excelsum* adults, frugivorous birds and recruitments

地点 Location	结实成株 Adults	鸟类活动区域 Regions birds often stay	幼苗分布区域 Seedling distribution regions	幼苗数量 Number of seedlings
冲田 Chongtian	11	村边、次生常绿阔叶林	村边、灌丛、竹丛	52(另有 2 株砍伐萌生桩)
塘冲 Tangchong	1	村边、灌丛、竹丛	—	26(另有 4 株砍伐萌生桩)
合路 Helu	3	村边	竹丛、油茶林	—
坎头垌 Kantoudong	1	杉木林、竹丛、油茶林	杉木林、油茶林	4(另有 1 株砍伐萌生桩)
竹根富 Zhugenfu	1	—	杉木林、油茶林	—
山叶 Shanye	—	次生常绿阔叶林中	杉木林	13

注：砍伐萌生桩指成株被砍伐后又萌发的植株 Note: Stump means regenerate individuals after felling of adult trees

近,人类社会经济活动虽会导致猪血木种子萌发苗死亡、干扰鸟类对猪血木果实的采食,但也使受惊的鸟类比无人干扰时更多次数地飞往邻近灌丛、乔木上,提高了对外散布的频率、扩大了种子的散布范围,使被散布的种子避开了成株树下的不利环境,在人类影响较少的地方形成幼树较为集中的分布。例如,在所有地区中,塘冲仅有 1 株结实植株,分布于农田的田埂上,重力散布已失去效用,且人类活动对鸟类采食的干扰极为强烈,但猪血木幼树的数量与成株的比值(26 : 1)在各地中最高,即散布效率最高,且分布面积也最广(约 41 400 m²)。因此,外界对鸟类采食的干扰在目前结实成株树下土地异质化的情况下,对鸟类将猪血木种子散布开去又是有利的。

3.3.4 鸟类消化排空时间对散布结果的影响 据实验室养殖黄臀鹌对猪血木果实的消化、排空时间测试,测得猪血木果实其在消化道内的排空时间约 23 ± 8 min。鹌类消化、排空时间的有限性表明,这两种鹌类对猪血木种子散布的距离是有限的。一般说,种子在食果动物消化系统中滞留的时间会影响扩散的距离及种子萌发的效果 (Barnea, 1990; Barnea 等, 1991; Yagihashi 等, 1998),但对猪血木而言,由于种子在鸟类的消化系统中滞留时间不长,且种子表面也有保护性质的角质化外种皮,因此鸟类的消化及排空时间主要影响猪血木种子的扩散距离。

4 讨论

从鹌类的粪便、散落果实与幼苗、幼树的分布关系来看,猪血木种子散布距离可分为三类:散布在树下的;散布在距结实成株相邻不远地区的;散布到较

远地区的。其中一些种子散布后却没有形成幼苗,导致幼苗与幼树的分布具有不连续性。据王跃华等 (2002)研究,猪血木种子无休眠期,其萌发期限在 8 ~ 30 d,在此时间段内它们必须到达合适的萌发环境中才能萌发。猪血木萌发时间的有限性及散布的有效性影响该物种个体数量的维系和增加,属于种子局限(seed limitation)型植物,该特性会影响种群动态(Eriksson & Ehrlen, 1992; Turnbull 等, 2000)。

鹌类食性杂,除猪血木果实外可采食其它食物,属泛性食果动物,相比之下,猪血木的种子萌发虽非完全依赖鸟类的消化处理,但鸟类消化对暴露种子、提高萌发机率及种群增长却十分重要。两者形成互利关系,是两者生物学特性的有效结合。由于目前猪血木结实成株极少,散布者的数量也不多,鸟类与猪血木间的关系密切,任何一方的消失都将影响到另一方的种群数量和生存。因此,在对猪血木的保护中,既要注意对鹌类的保护,又要注意对生境的保护,以避免如同发生在哥斯达黎加的由于鸟类减少导致的物种多样性丧失 (Loiselle & Blake, 1990, 1999)。

参考文献:

林来官. 1992. 猪血木[M]//傅立国,金鉴明. 中国植物红皮书—稀有濒危植物(第 1 册). 北京:科学出版社:646—669
王紫江,廖峻涛,张词祖. 2002. 云南鸟类[M]. 昆明:云南人民出版社:120—143
Barnea A. 1990. Differential germination of two closely related species of *Solanum* in response to bird ingestion[J]. *Oikos*, 57: 222—228
Barnea A, Yom-Tov Y, Freidman J. 1991. Does ingestion by birds affect seed germination? [J]. *Functional Ecology*, 5: 394—402
Eriksson O, Ehrlen J. 1992. Seed and microsite limitation of recruitment in plant populations[J]. *Oecologia*, 91: 360—364

- Herrera CM. 1985. Determinants of plant-animal coevolution; the case of mutualistic dispersal of seeds by vertebrates[J]. *Oikos*, **44**:132—141
- Huang SQ(黄双全), Wang XM(王孝民). 2000. Seed dispersal by a frugivore *Pycnonotus sinensis* and the distribution of *Sambucus chinensis*(食果鸟白头鸭与接骨草的分布)[J]. *Acta Bot Sin*(植物学报), **42**(10):1 096—1 100
- Krefting LW, Roe E. 1949. The role of some birds and mammals in seed germination[J]. *Ecol Monographs*, **19**:284—286
- Loiselle BA, Blake JG. 1990. Diets of understory fruit-eating birds in Costa Rica[J]. *Studies in Avian Biology*, **13**:91—103
- Loiselle BA, Blake JG. 1999. Dispersal of melastome seeds by fruit-eating birds of tropical forest understory[J]. *Ecology*, **80**:330—336
- Lu CH(鲁长虎). 2003. Biology of mistletoe(*Viscum coloratum*) and its seed dispersal by frugivorous birds(槲寄生的生物学特征及鸟类对其种子的传播)[J]. *Acta Ecol Sin*(生态学报), **23**(4):834—839
- Mackinnon J, Phillipps K. 2000. A field guide to the birds of China[M]. London: Oxford Univ Press:341
- Ma SB(马绍宾), Li DZ(李德铎). 2002. Dispersal and evolution in higher plants. Diaspores, their quantity and life span as well as dispersal mechanisms(高等植物的散布与进化I. 散布体类型、数量寿命及散布机制)[J]. *Acta Bot Yunnan*(云南植物研究), **24**(5):569—582
- Owadally AW, Temple SA. 1979. The dodo and the tambalacoque tree[J]. *Science*, **203**(4387):1 363—1 364
- Pacala SW. 1997. Dynamics of plant communities[M]//Crawley MJ(ed). *Plant Ecology*. Oxford: Blackwell Scientific:532—555
- Turnbull LA, Crawley MJ, Rees M. 2000. Are plant populations seed-limited a review of seed sowing experiments[J]. *Oikos*, **88**:225—238
- Van der Pijl L. 1982. Principles of dispersal in higher plants[M]. Berlin, Springer-Verlag:199
- Wang YH(王跃华), Min TL(闵天禄), Hu XL(胡晓立), et al. 2002. The ecological and reproduction characteristics of *Euryodendron excelsum*, a critically endangered plant from theaceae(山茶科濒危植物猪血木的生态与繁殖特性)[J]. *Acta Bot Yunnan*(云南植物研究), **24**(6):725—732
- Xiao LY(肖来云), Pu ZH(普正和). 1994. Study on the relationship between the spread of loranthaceae and birds in xishuangbanna, Yunnan(云南西双版纳桑寄生植物传播与鸟的关系研究)[J]. *Acta Ecol Sin*(生态学报), **14**(2):128—134
- Yagihashi T, Hayashida M, Miyamoto T. 1998. Effects of bird ingestion on seed germination of *Sorbus commixta*[J]. *Oecologia*, **114**, 209—212
- Zobel M, Otsus M, Liira J, et al. 2000. Is small-scale species richness limited by seed availability or microsite availability? [J]. *Ecology*, **81**:3 274—3 282

(上接第 573 页 Continue from page 573)

态的特征上均相同,区别仅为叶缘具刺尖,然而在查阅标本过程中可以发现叶缘锯齿上具刺尖这个特征在浅圆齿堇菜中亦有,且并不稳定,可以确认广东堇菜同浅圆齿堇菜实为同种。另外,小尖堇菜以叶片薄纸质且边缘的刺尖生于叶缘锯齿中间,且小尖同叶片表面垂直而区别,作为一个种是成立的,在分布区上看,小尖堇菜仅分布于中国云南屏边县、文山县及广西凌云青龙山;深圆齿堇菜则广泛分布于中国华南及西南地区。

查阅的其它标本:

China(中国):云南(Yunnan):屏边县 冯国楣 4931 (KUN); Wen-shan Hsien H. T. Tsai 51863 (KUN); 四川(Sichuan):峨眉山 方文培 18264 (IBSC); 广西(Guangxi):凌云青龙山 周劲松 311 (IB-

SC); Without precise locality R. C. Ching 7016 (co-type of *Viola mucronulifera*, IBSC); 广东(Guangdong):乳源 粤 73 00104 (IBSC); 从化 黄志 44713 (IBSC); 信宜 湛江地区植物调查队 03703 (IBSC)。

参考文献:

- Boissieu H. 1902. Les *Viola* de Chine[J]. *Bull Herb Boissier Ser* **2**, 2:333
- Chang CC. 1948. A study on *Viola* of South-western China[J]. *Bull Fan Mem Inst of Biol New Ser* (I), **3**:240
- Handel-Mazzetti. 1931. *Plantae Novae Chingianae* Autore[J]. *Sinensia*, **2**(1):4
- Melchior H. 1933. *Viola kuangtungensis*, a new Violet from China[J]. *Sunyatsenia*, **1**(2—3):124
- Smith WW. 1920. Diagnoses specierum novarum[J]. *Notes Roy Bot Gard Edinburgh*, **12**(59):228—229