

造成土壤污染。

3.4 临时存放区设置

对于拆除过程中产生的各类固体废物、危险废物、废旧设备及装置等根据其共有属性及环境风险程度采取分区存放，分类处理的方式。本项目可选用位于厂区中部的现有危险废物库用于存放危险废物。该危废库应具有防淋溶、防渗漏和防扩散能力，并明确划定临时贮存范围，实施分区管理。

3.5 土壤污染防治措施

拆除工程应充分利用厂区现有的废水、雨水收集设施，避免雨水沟、污水沟在拆除过程中发生堵塞，对拆除工程产生的各类废水分类收集和处理，严禁直接排放。利用厂区现

有的厂棚或仓库设置设备集中堆放区、固体废物贮存区，区域应防雨、防渗。

采用经济合理且环保的拆除方案指导拆除工程，尽量减少拆除工程各类固体废物的产生。对于产生的各类固体废物应判别其属性，分类存放于危险废物暂存库、一般工业固体废物暂存库，并制定后续处理计划，对于危险废物应委托具备资质的危废处置单位处理，执行转移联单制度^[4-5]。

3.6 靠近厂界处的环境保护要求

焙烧分厂焙烧区域靠近厂区东厂界，硫酸区域靠近北厂界，为降低对厂区周边居民环境的影响，应采取相应的环境保护措施。

表 1 焙烧分厂边界拆除作业的环境保护要求

污染物类型	污染物	环境保护措施
无组织废气	颗粒物	(1) 科学合理地进行施工场地布局，编制运输、装卸抑尘操作规范，严格按规范操作控制扬尘的产生。 (2) 破碎构建、翻渣、建筑垃圾清运时，须采用雾炮机喷雾、洒水等抑尘措施，控制扬尘。 (3) 作业期间对车辆行驶的路面实施洒水抑尘，每天洒水 4 ~ 5 次。 (4) 对易产生扬尘的散体物料，必须密闭存放或覆盖，严禁露天放置；严禁不利气象下施工及控制施工车辆绕行等有效防止扬尘污染的措施，施工车辆经冲洗后方可离开施工现场，并封闭运输。 (5) 出现大风天气时禁止进行产生大量扬尘的作业。 (6) 加强燃油施工设备保养维护，使之正常运行。 (7) 及时回收、清运建筑余料、建筑垃圾等。 (8) 强化管理，实行管理责任制，倡导文明施工。
噪声	噪声	(1) 合理安排施工时间：尽可能避免大量高噪声设备同时施工、持续作业。昼间使用高噪声设备应避开中午休息时间并公告附近居民和有关单位；夜间（22:00 ~ 次日 6:00）禁止进行产生扰民高噪声的施工作业。 (2) 在施工设备的选用方面，应优先选择噪声水平较低的设备，并对各类动力机械设备实施定期的维护与保养。 (3) 建立临时声屏障。 (4) 进出车辆和经过敏感点的车辆限速、限鸣。
振动	振动	选择合理的拆除方式，合理安排施工时间。昼间涉及较大振动，可能影响周边居民生活、工作的施工工序，应避开中午休息时间并公告附近居民和有关单位；夜间（22:00 ~ 次日 6:00）禁止进行产生扰民的高噪声施工作业。

4 结语

综上所述，针对冶炼企业拆除工程产生的废气、废水、噪声及固体废物进行了环境风险识别，并针对可能产生的污染采取有效的防治措施，保障了拆除工程环境污染可防可控，减轻了企业的环保压力，树立了企业良好的环保形象。

参考文献

[1] 欧东.城区老旧房屋拆除工程安全风险评价研究[D].重庆科技学院,2021.DOI:10.27854/d.cnki.gcqkj.2021.000092.

[2] 赵建平.爆破拆除工程中安全和环保措施探讨[J].采矿技术,2018,18(01):84-85.DOI:10.13828/j.cnki.ckjs.2018.01.028.
[3] 段珍华,邓琪,肖建庄,等.建筑拆除与固废资源化技术前瞻及路径[J].中国工程科学,2025,27(03):117-128.
[4] 康奕宁,彭犇,岳昌盛,等.有色金属冶炼场地污染特征及调查方法研究现状[J].环境保护与循环经济,2023,43(12):63-67.
[5] 徐庆利,肖晨威,李跃,等.典型金属冶炼城市降尘中重金属污染特征及风险评价[J].中国环境监测,2022,38(06):133-143.DOI:10.19316/j.issn.1002-6002.2022.06.14.

Morphological and reproductive characteristics of *Bidens alba*

Liping Qin Huiyan Zhang Xiao Yang* Caifu Li

Xishuangbanna Vocational and Technical College, Jinghong, Yunnan, 666100, China

Abstract

Bidens alba is an invasive plant species belonging to the Asteraceae family. This study investigates its growth characteristics, typical morphological features, seed germination rate, emergence rate, and reproductive traits in Xishuangbanna. The research indicates that *Bidens alba* can flower and fruit year-round in Xishuangbanna, with high fruit set and substantial seed production. Its typical morphological include white ray florets with ligules measuring 10 ~ 22 mm in length. Seed germination and emergence rates is above 90%. Although individual inflorescences exhibit weak self-compatibility, the plant primarily reproduces by seeds in natural environments and also possesses strong asexual reproductive capacity.

Keywords

Bidens alba; characteristics; reproductive traits

白花鬼针草 *Bidens alba* 的形态特征及繁殖特性

秦丽萍 张慧艳 杨潇* 李财福

西双版纳职业技术学院, 中国·云南 景洪 666100

摘 要

白花鬼针草 *Bidens alba* 是一种菊科入侵植物。本研究对发生在西双版纳的白花鬼针草从生长特性、典型形态特征、种子萌发率及出苗率、繁殖特性等方面进行了观察。研究表明：白花鬼针草在西双版纳一年四季都可以开花结果，结实率高，种子繁殖量大；典型形态特征是头状花序边缘的白色舌状花舌片长度在10~22mm，种子萌发率和出苗率在90%以上，单个花序自交亲和性弱，在自然界以种子繁殖为主，无性繁殖能力也很强。

关键词

白花鬼针草；特性特征；繁育特点

1 引言

白花鬼针草 *Bidens alba* (L.) DC, 是一种外来入侵植物, 隶属于菊科 (Asteraceae) 鬼针草属 (*Bidens* L.), 原产于热带美洲, 近年来大面积入侵我国, 现已广布于中国华东、华中、华南及西南各地, 生于村旁、路边、田埂、果园、农田及荒地中, 成为最具入侵性的外来生物之一, 其分布范围还在不断扩大中。近年来素有“动植物王国”美称的西双版纳, 果园、农田、草坪及自然生态系统也不例外地遭受到白花鬼针草的入侵, 入侵后形成连片的以白花鬼针草为主导的

单一植物群落, 对农、林业生产造成了危害, 降低了生物多样性。但在查阅有关西双版纳外来入侵植物调查研究的文献中鲜少提到白花鬼针草, 提及多、危害重的为鬼针草属植物中的三叶鬼针草, 却缺少学名。本文在查阅了大量文献资料的基础上, 对西双版纳农田、果园、路边及荒地入侵的白花鬼针草的典型形态特征及繁殖特性进行研究, 观察其形态特征及繁殖特性, 以便为后续研究提供参考, 也为更有效地防控入侵植物白花鬼针草提供依据。

2 材料与方

2.1 研究区域概况

西双版纳位于云南省的最南端, 地处北纬 21° 08' ~ 22° 36', 东经 99° 56' ~ 101° 50', 州内有 2 个国家级自然保护区和中国保存最完整的热带雨林。与老挝、缅甸两国接壤, 国境线长 966 km, 生物入侵面临极大的挑战, 以山地、丘陵为主, 间有盆地, 澜沧江 (湄公河上游) 纵贯全境, 形成河谷和冲积平原, 为植物生长提供了充足的条件。全年温暖湿润, 无明显四季之分, 仅有干湿

【基金项目】云南省教育厅科学研究基金项目 (项目编号: 2023J1813)。

【作者简介】秦丽萍 (1979-), 女, 硕士, 副教授, 从事植物保护研究。

【通讯作者】杨潇 (1976-), 男, 中国湖南衡阳人, 硕士, 副教授, 从事园艺植物栽培研究。

两季,干季11月至次年4月,湿季5月~12月,年降水量1200~1800mm,年均气温约18~22℃。

2.2 研究材料

研究对象白花鬼针草来自于西双版纳州内农田、果园、菜地、林地、路边、房前屋后及自然保护区等农林生态系统与自然生态系统,植株间距大于1 km以上;白花鬼针草的种子收集于勐腊县域和景洪市区的上述生态系统,所采种子混合后贮藏于纸袋中,室温干燥保存,备用。

2.3 研究方法

2.3.1 生长特性与典型形态特征观察

白花鬼针草形态特征观察于2023年8月一直持续到2024年12月,对农田、林地、路边等野外居群的白花鬼针草植株进行观察记录。主要观察其生长特性、头状花序的白色舌状花及瘦果的形态特征等能区别于其他鬼针草属杂草的典型特征。

2.3.2 白色舌片、瘦果大小的测定

利用软件ImageJv1.8.0来测量白色舌片的长度、宽度,瘦果的长度、宽度,试验材料来自于农田、林地、路边等田间、野外。

2.3.3 种子萌发特性测定

从不同地点的100株健康无病虫害的植株上采集不同部位成熟的白花鬼针草种子,混合均匀,剔除不饱满及形状怪异的种子。随机选取鲜种子100粒,称百粒重,精确到0.001 g,重复20次,取其平均值,即为种子百粒重。

萌发试验所用的种子分别于半年前采集、即时采集即时试验。试验分别于6月份、12月份进行,6月份景洪市平均气温为23~35℃,12月份景洪市平均气温为13~24℃。每个试验设置3个重复,每个重复随机选取20粒饱满的种子整齐均匀地放置于培养皿中,培养皿内铺2层滤纸,用滴管加适量的自来水浸湿滤纸,为了更接近野外、田间的自然条件,种子萌发测定时,不做特殊的光照、温度处理,用白色透明的塑料薄膜包裹培养皿,放于露天空地观察其萌发情况。每天固定时间记录瘦果萌发情况,连续观察10 d,以肉眼能观察到白色的胚根视为萌发。统计萌发个数,记录萌发天数。

萌发率:萌发的种子占供测试种子的百分数(%);

萌发开始时间,从试验开始到第一粒种子萌发所需的时间(d);

2.3.4 种子出苗率及出苗时间测定

采用覆土栽培法进行种子出苗率及出苗时间试验,模拟农田、野外环境条件将种子播种于营养钵内,营养钵大小为10cm×8cm,营养钵用土取自农田耕作层0~30 cm深度,装盆前对熟土进行筛选并在120℃高温下烘干4小时除去土壤中残存的白花鬼针草种子。每个营养钵内播种20粒种子,共计播种50个营养钵,1000粒种子,覆土厚度0.2~0.5cm,放置在露天空地,播种后定期适量浇灌水,使土壤持水量保持在80%以上,每天观察并记录种子的出苗率及从播种到

出苗所需要的时间,连续观察11天。

2.3.5 人为控制繁殖试验

人为控制试验分为两个处理,分别是:野外、田间人工控制套袋试验选择在西双版纳的干季进行,即每年的12月到次年的3月,随机选取野外植株20株,植株间距保持在2 m以上,每株取上枝花苞各3朵,用硫酸纸做成袋,在总苞未展开前进行套袋试验。同一植株相似部位自然开放的单个花序为对照组。等到瘦果成熟后,收集套袋处理的单个花序种子,计算结实率,同时计算相似部位对照组自然开放花序种子的结实率。封闭室内盆栽试验是在室内用花盆盆栽白花鬼针草,室内窗户、阳台等用纱网封闭,保证通风、采光良好,但不会有蜜蜂、蝴蝶等昆虫飞入。植株开花后观察并计算结实率。

结实率:指种子成熟并能够繁殖后代的比率,常用百分数表示。

2.3.6 无性繁殖试验

扦插试验:在宽口花盆内(规格:20cm×30cm)扦插。用农田地表土做扦插基质,检出其中的碎石、植物残体等杂质,使土粒直径不大于5mm为宜,浇透水,使土壤含水量在35.0%以上;选取健康、无病虫害的半木质化枝条50支,长度10~15cm,保留2~3个节位,底部斜切45°,修剪时去除下端叶片,保留顶端2~3片小叶,模拟田间环境条件,不做生根处理。把准备好的插穗插入基质约3~5 cm深度,轻压周围土壤固定,枝条间距10 cm左右。放置于露天空地,每日定时适量浇水。15天后检查生根、新叶生成情况,轻提插穗,若遇阻力说明生根,同时观察新叶长出情况。30天后,拔出插穗,检查根系生长情况。

3 结果与分析

3.1 白花鬼针草生长特性与典型形态特征

白花鬼针草在西双版纳是一年生或多年生杂草,一年四季都可以生长、开花结实,在雨季植株生长非常茂盛,开花结实量大;在干季,因水资源相对缺乏,植株生长较矮小,开花结实量相对要少,整个生育期约为85天左右。

白花鬼针草的茎直立或略微匍匐状生长,从茎基部开始多分枝,尤其在湿季极易形成密集的冠层,土壤含水量高时,略微匍匐状生长且靠近地面的茎处密生气生根。单个头状花序直径2.5~4.8 cm,头状花序边缘具舌状花5~8枚,以5或6枚居多,偶有8枚,舌片白色、背面可见明显的紫红色脉带6条,先端钝或有2~4缺刻,长1.0~2.2 cm,宽0.6~1.3 cm,不育,中央管状小花黄色;异型瘦果条形,单个果序有瘦果27~58枚,黑褐色,表面粗糙、在果体靠近顶端芒刺1/2或1/3长度处密生向上钩刺,瘦果长5.0~15.0 mm,宽0.5~1.0 mm,中央瘦果长于边缘瘦果,边缘瘦果宽于中央瘦果,瘦果顶端有2~6条芒刺,总体以2、3条居多,4、5条相对较少,偶有6条,在部分植株的果序上,瘦果芒刺的数量以3、4条居多,2条次之。芒刺间夹角不定,

两条芒刺者，有近等长且近乎平行的，也有两芒刺间夹角大于 90°、小于 45° 的，还有介于 45° ~ 90° 的；具 3 ~ 6 条芒刺者，芒刺长短不一，芒刺在瘦果果顶排列成近圆锥体，夹角大小也不定，芒刺具倒刺钩 3 列。在同一植株不同果序上，瘦果芒刺数量也相差甚大，以单个果序为例，其上瘦果芒刺数量有 3 个居多，有 2 个居多。（详见表 1、表 2。）

表 1 白花鬼针草单个花序性状

指标	数量	供试样本数
舌状花数（枚）	5 ~ 8	500
舌片长度（mm）	9.0 ~ 22.0	500
舌片宽度（mm）	6.0 ~ 13.0	500
花期（d）	8 ~ 10	500

表 2 白花鬼针草瘦果性状

指标	数量	供试样本数
瘦果（枚）/个	27 ~ 58	400
瘦果长度（mm）	5.0 ~ 15.0	400
瘦果宽度（mm）	0.5 ~ 1.0	400
芒刺数量（个）	2 ~ 6	400
芒刺夹角（°）	0° ~ 180°	400

本研究中白花鬼针草头状花序白色舌状花数量与田兴山^[1]等的研究不一致，白色舌片长度与传统的白花鬼针草 *B. pilosa* var. *radiata* 也有明显不同，*B. pilosa* var. *radiata* 的舌片长度为 5 ~ 8mm，而本研究中白花鬼针草 *Bidens alba* 的舌片的长度以 11 ~ 16mm 居多，有部分舌片长度可达 22mm，因为没有做分子水平的研究，不知是否是 *Bidens alba* 的变种。马宾^[2]等认为，舌片长度大于 15mm 的就视为其变种，查阅国内 *B. pilosa* var. *radiata* 白色舌片长度的研究结果，可以明确西双版纳危害的白花鬼针草是 *Bidens alba*，而非传统的白花鬼针草 *B. pilosa* var. *radiata*。

本地白花鬼针草瘦果的芒刺数量、芒刺间夹角与刘明超^[3]、马宾^[2]的研究也不一致，马宾等在中国鬼针草属植物形态学研究中认为白花鬼针草瘦果顶端芒刺数量为 3 ~ 4 枚，刘明超研究得出的结论是顶端芒刺数量为 2 ~ 3 枚，两刺间夹角大于 45°，而在对本地白花鬼针草芒刺间夹角的研究结果表明芒刺的夹角在 0° ~ 180°。以单个果序为例，经测量单个果序上产生的瘦果顶端芒刺间的夹角有大有小，

有近平行的，有大于 90° 的，有小于 45° 的，也有近乎 180° 的，而且芒刺间夹角的大小受外界因素干扰大，比如粘附过程中的拉扯，都会使其夹角发生变化，故认为夹角的大小不足以成为分类的依据。同时芒刺的数量也不足一构成分类的依据，同一植株，不同果序瘦果上的芒刺数量也不同，芒刺数量从 2 ~ 5 条都有。

3.2 种子的萌发特性

3.2.1 种子的百粒重

白花鬼针草种子大小差异较大，存在显著的位置效应，植株上部、外国的种子大于下部和内国的种子，整个花序最顶端的种子明显大于花序中下段的种子，单个花序中，中央瘦果长于边缘瘦果、边缘瘦果宽于中央瘦果。把从植株不同部位采集的种子混合均匀，每组随机数 100 粒，共 15 组重复，其百粒鲜重详见表 3。

表 3. 种子百粒鲜重

组别	1	2	3	4	5	6	7	8
百粒重（g）	0.127	0.121	0.127	0.131	0.131	0.136	0.131	0.135
组别	9	10	11	12	13	14	15	平均值
百粒重（g）	0.128	0.133	0.124	0.134	0.119	0.132	0.127	0.129

3.2.2 种子萌发特性

白花鬼针草种子的萌发率在 6 月份为 99%，12 月份为 98%，即在西双版纳年平均气温 21℃的条件下，在自然条件下温度高低对白花鬼针草种子的萌发率影响不大，可以忽略不计，但相对较低的温度延长了大部分种子开始萌发的时间，会导致种子后期出苗率延迟。试验过程中发现即时采集即时试验的种子其萌发时间及萌发率和半年前采集的种子无区别，即白花鬼针草的种子成熟落地后就可以萌发，说明白花鬼针草的种子无休眠特性。（详见表 4、表 5）

3.2.3 种子出苗特性

在土壤水分充足的条件下，播种于花盆中的白花鬼针草种子的出苗率很高，在 94% 以上，10% 的种子出苗用时 4 天，第 5 天有 1/3 的种子出苗，第 6、第 7 天出苗率达到 60%，有一半以上的种子在播种后第 7 天破土出苗，意味着白花鬼针草种子播种第 6 天后是集中出苗的时间，第 11 天后不做统计。（表 6）

表 4 6 月份种子萌发率测定

	总萌发率	萌发时间						
		第 4 天	第 5 天	第 6 天	第 7 天	第 8 天	第 9 天	第 10 天
萌发率	99%	60%	80%	90%	92%	95%	96%	99%

表 5 12 月份种子萌发率测定

	总萌发率	萌发时间						
		第 4 天	第 5 天	第 6 天	第 7 天	第 8 天	第 9 天	第 10 天
萌发率	98%	35%	50%	70%	82%	90%	95%	98%