

# 四川麻疯树野生资源种子性状研究

高洁<sup>1</sup>, 周云霞<sup>1</sup>, 罗建勋<sup>1\*</sup>, 尹春英<sup>2</sup>

(1. 四川省林业科学研究院, 四川 成都 610081; 2. 中国科学院成都生物研究所, 四川 成都 610041)

**摘要:**对四川省麻疯树(*Jatropha curcas* L.)主要野生资源分布、环境因子和种子相关性状展开了调查和分析。结果表明,代表群体的种子平均千粒重、出仁率、种仁含油率和种子含油率分别为590.93 g、64.66%、54.36%和35.03%。群体间种子千粒重、出仁率、种仁含油率、种子含油率差异极显著,攀枝花大田、攀枝花硫磺口和宁南葫芦口3个群体有较高开发利用价值。四川省最适合发展麻疯树的地区为攀枝花市、宁南葫芦口等地的南亚热带干热河谷。

**关键词:**麻疯树; 野生资源; 种子性状; 含油率; 环境因子

**中图分类号:** S722.1      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1003-5508(2015)04-0082-04

## A Study of the Seed Character of Wild *Jatropha curcas* Resources in Sichuan Province

GAO Jie<sup>1</sup> ZHOU Yun-xia<sup>1</sup> LUO Jian-xun<sup>1\*</sup> YIN Chun-ying<sup>2</sup>

(1. Sichuan Academy of Forestry, Chengdu 610081, China; 2. Chengdu Institute of Biology, Chinese Academy of Sciences, Chengdu 610041, China)

**Abstract:** Investigations were made on the wild resource distribution, relevant environmental factors and seed traits of *Jatropha curcas* in Sichuan province. The results showed that the average grain weight, kernel percentage, kernel oil percentage and seed oil percentage were 590.93 g, 64.66%, 54.36% and 35.03%, respectively. There were extremely significant differences in seed traits, kernel percentage, kernel oil percentage and seed oil percentage among populations. The populations of Panzhihua Datian, Panzhihua Liuhuangkou and Ningnan Hulukou were evaluated as the most potential resources for future development. The subtropical dry-hot valleys in Panzhihua city and Ningnan Hulukou were the most suitable areas for *Jatropha curcas* plantation in Sichuan province.

**Key words:** *Jatropha curcas*, wild resource, seed traits, Seed oil percentage, Environmental factor

麻疯树(*Jatropha curcas* L.)又名小桐子,是大戟科(Euphorbiaceae)麻疯树属(*Jatropha*)的木本油料树种,在中美、南美、东南亚、印度和非洲都有栽培<sup>[1]</sup>;广泛分布于我国的四川、云南、贵州、福建、广东、广西、海南、台湾等地,尤其繁茂生长于四川、云南的金沙江干热河谷地带<sup>[2]</sup>。麻疯树是一种多用途植物,不仅是可再生的能源原料、化工原料<sup>[3]</sup>,而且在新药开发、生物防治、生态建设和环境保护等方面都具有重要作用<sup>[4,5]</sup>。

当今社会,面临能源和环境问题的巨大挑战<sup>[6]</sup>,麻疯树被公认为是目前最具开发潜力的生物柴油树种<sup>[7]</sup>,特别是在我国西南地区,开发利用麻疯树优势资源,具有不与农争地、不与人争粮的战略优势;同时也对促进西南地区干热河谷植被恢复、改善生态脆弱区生态环境具有十分重要的现实意义。

本文通过对四川省麻疯树野生资源的实地调查和分析,对省内主要群体种子相关特性进行初步评价,提出了麻疯树种植的适宜区,旨在为科学、合理

收稿日期:2014—

基金项目:四川省林竹“十二五”育种攻关专题(2011NZ0098-10)。

作者简介:高洁(1987—),硕士,主要从事林木育种研究。

\* 通讯作者:罗建勋(1964—),博士/研究员,主要从事森林遗传与树木改良研究。

地开发四川麻疯树资源提供理论依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 研究材料

2008年10月~11月,对四川省的金沙江、雅砻江及其支流干热河谷地带麻疯树分布区进行了调查,共考察了分布于攀枝花市、凉山州两个市(州)、14个县(市或区)的36个麻疯树野生群体,其海拔为478 m~1 348 m。2010年8月中旬采集11个具有代表性的野生群体的果实,供研究用。

### 1.2 研究方法

#### 1.2.1 种子千粒重

每个群体随机抽取8株进行果实的采集,每个

植株取100粒自然干燥的种子进行测量,换算成干粒重,即为群体内个体干粒重的平均值。

#### 1.2.2 种子含油率相关性状测定

每群体随机抽取100粒种子,分别测定种壳及种仁的重量,将种仁碾磨充分后,参照《粮油检验 粮食中粗脂肪含量测定》GB/T5512—2008国家标准<sup>[8]</sup>,测定种子出仁率和种仁含油率,设3次重复。同时将二者的乘积换算为种子含油率。

#### 1.2.3 环境因子分析

采用偏相关分析的方法<sup>[9]</sup>,对海拔、年均温、年均湿度等环境因子及其与麻疯树种子性状的关系进行分析。海拔通过GPS实地测得,同时运用纽扣式自记温湿度计记录各种群样地实际气温和空气相对湿度状况,11个群体信息见表1。

表1 麻疯树野生代表群体信息表

序号	代表群体	海拔(m)	经纬度		土壤类型	坡向	年均温(°C)	年均湿度(%)
1	盐源金河乡	1235	N27°42'509"	E101°57'204"	红壤	南北	20.43	61.40
2	德昌热河乡	1254	N27°18'266"	E101°56'183"	红壤	东西	21.68	58.44
3	攀枝花硫磺口	1018	N26°35'423"	E101°42'516"	红壤	东南	23.54	57.93
4	攀枝花仁和大田	1348	N26°21'182"	E101°46'221"	红壤	东西	19.92	64.26
5	攀枝花拉蚱	1022	N26°24'012"	E101°55'833"	赤红壤	东南	23.77	53.62
6	会理鱼蚱乡鱼蚱村	1221	N26°23'088"	E101°56'547"	赤红壤	东西	23.04	55.31
7	宁南葫芦口镇银厂村	720	N27°00'194"	E102°53'477"	红壤	南北	22.13	58.33
8	宁南葫芦口林下	663	N26°00'106"	E102°53'516"	红壤	南北	22.4	65.21
9	金阳三江乡石子坝	681	N27°23'271"	E102°58'184"	红壤	东南	22.01	64.20
10	金阳春江乡	572	N27°26'346"	E103°08'524"	红壤	南北	23.64	60.76
11	雷波上田坝	478	N28°07'716"	E103°27'111"	赤红壤	西南	20.78	67.65

## 2 结果与分析

### 2.1 种子千粒重分析

所测定的11个代表群体的种子平均千粒重为

590.93 ± 61.54(表2),其中攀枝花硫磺口群体的千粒重最大,达到了680.05 g,攀枝花拉蚱群体的千粒重最小,仅为400.27 g。不同群体间千粒重差异达到极显著水平(表3),由此可见,各群体的种子千粒重变异较大。

表2 种子千粒重的统计描述

序号	代表群体	个体数	平均值(g)	最小值(g)	最大值(g)	标准差	变异系数(%)
1	盐源金河乡	17	616.97	605.21	627.32	84.06	13.62
2	德昌热河乡	29	624.96	642.14	604.87	80.21	12.83
3	攀枝花硫磺口	19	680.05	675.14	688.62	71.36	10.49
4	攀枝花仁和大田	34	679.81	637.65	694.13	68.09	10.02
5	攀枝花拉蚱	24	400.27	396.41	409.84	64.15	16.03
6	会理鱼蚱乡鱼蚱村	16	488.84	468.21	491.52	37.16	7.60
7	宁南葫芦口镇银厂村	14	605.18	601.32	611.42	59.27	9.79
8	宁南葫芦口林下	10	587.42	581.35	594.21	86.29	14.69
9	金阳三江乡石子坝	9	605.08	601.37	609.54	49.21	8.13
10	金阳春江乡	22	609.02	604.67	613.18	41.06	6.74
11	雷波上田坝	14	602.64	597.46	608.39	36.06	5.98
	平均值	17	590.93	582.81	595.73	61.54	10.54

### 2.2 种子含油量相关性状分析

11个代表群体的平均出仁率为64.66%,最高达到68.45%(攀枝花拉蚱)。平均种仁含油率为

54.36%,最高为57.64%(攀枝花仁和大田)。平均种子含油率为35.03%,最高为39.70%(会理鱼蚱乡鱼蚱村),见表4。出仁率、种仁含油率和种子含

油率在群体间的差异都达到了极显著水平(表5)。

表3 种子千粒重方差分析

	平方和	自由度	均方	F	p
组间	1184202.326	10	118420.233	1142.766	0.000
组内	17823.670	172	103.626		
合计	1202025.996	182			

表4 种子出仁率、种仁含油率、种子含油率的平均值和标准差

序号	代表群体	出仁率 (%)	种仁含油率 (%)	种子含油率 (%)
1	盐源金河乡	65.03 ± 3.15	52.71 ± 6.55	34.28 ± 6.85
2	德昌热河乡	64.91 ± 3.47	45.06 ± 5.17	29.25 ± 2.85
3	攀枝花硫磺口	65.40 ± 5.18	54.94 ± 8.52	35.93 ± 7.34
4	攀枝花仁和大田	65.87 ± 7.24	57.64 ± 4.18	37.97 ± 5.58
5	攀枝花拉蚌	68.45 ± 3.27	48.69 ± 4.51	33.33 ± 3.46
6	会理鱼蚌乡鱼蚌村	66.89 ± 6.10	59.35 ± 8.25	39.70 ± 4.82
7	宁南葫芦口镇银厂村	56.33 ± 2.79	67.79 ± 7.85	38.19 ± 6.83
8	宁南葫芦口林下	61.98 ± 3.40	49.16 ± 8.85	30.47 ± 7.82
9	金阳三江乡石子坝	65.28 ± 5.28	54.34 ± 3.68	35.47 ± 4.45
10	金阳春江乡	62.96 ± 3.48	57.34 ± 3.58	36.11 ± 8.18
11	雷波上田坝	68.15 ± 8.11	50.90 ± 8.87	34.69 ± 8.58
	平均值	64.66 ± 3.18	54.36 ± 7.18	35.03 ± 5.85

注:表中数据为平均值 ± 标准差

表5 出仁率、种仁含油率和种子含油率的方差分析

	平方和	自由度	均方	F	p	
出仁率	组间	342.843	10	34.284	4.391	0.002
	组内	171.761	22	7.807		
	合计	514.604	32			
种仁含油率	组间	1156.840	10	115.684	17.846	0.000
	组内	142.615	22	6.482		
	合计	1299.455	32			
种子含油率	组间	301.069	10	30.107	5.948	0.000
	组内	111.363	22	5.062		
	合计	412.432	32			

表6 代表群体排序表

排序依据	千粒重	种仁含油率	种子含油率	千粒重*种子含油率
代表群体	攀枝花硫磺口	宁南葫芦口	会理鱼蚌乡	攀枝花大田
	攀枝花大田	会理鱼蚌乡	宁南葫芦口	攀枝花硫磺口
	德昌热河乡	攀枝花大田	攀枝花大田	宁南葫芦口
	盐源金河乡	金阳春江乡	金阳春江乡	金阳春江乡
	金阳春江乡	攀枝花硫磺口	攀枝花硫磺口	金阳三江乡
	宁南葫芦口	金阳三江乡	金阳三江乡	盐源金河乡
	金阳三江乡	盐源金河乡	雷波上田坝	雷波上田坝
	雷波上田坝	雷波上田坝	盐源金河乡	会理鱼蚌乡
	宁南葫芦口林下	宁南葫芦口林下	攀枝花拉蚌	德昌热河乡
	会理鱼蚌乡	攀枝花拉蚌	宁南葫芦口林下	宁南葫芦口林下
	攀枝花拉蚌	德昌热河乡	德昌热河乡	攀枝花拉蚌

分布,东起金沙江干流雷波县的岩脚沿江而上到攀枝花西区与云南交界;北起雅砻江干流的盐源县金河乡向南到会理县的金沙江边与云南相连,分布范围为 N26°07′~27°51′,E101°20′~103°25′。实地调查的36个样点主要集中于金沙江和雅砻江流域,年均湿度最大差异接近15%,说明湿度对麻疯树的生长限制作用不强。样点的土壤类型仅有红壤、赤红

### 2.3 环境因子分析

从表1可知,90.91%的麻疯树群体所在地年均温介于20℃~24℃之间,20℃以下极少有麻疯树分布,说明温度对麻疯树的分布影响较大。海拔在1000m~1400m的群体占群体总数的54.55%,400m~800m之间的群体占总数的45.45%。

对环境因子和种子相关性状进行相关性分析表明,年均湿度与种子千粒重、种仁含油率和种子含油率之间没有显著的相关性( $R$ 分别为0.563、-0.133和-0.155)。整体来看,年均温与种子千粒重、种仁含油率和种子含油率之间也没有紧密联系( $R$ 分别为-0.491、0.043和0.021);然而,在年均温为20℃以下时,年均温与种仁含油率和种子含油率呈显著的负相关( $R$ 分别为-0.993和-0.971)。

### 2.4 资源评价分析

以千粒重×种子含油率作为综合评价的指标,同时以参照千粒重、种子出仁率、种仁含油率、种子含油率数据,对群体进行排序,所得结果作为资源评价的依据,攀枝花大田、攀枝花硫磺口和宁南葫芦口3个群体表现出较高的开发利用价值。结果如表6所示。

## 3 结论与讨论

四川省是麻疯树分布最广泛的地区之一,主要沿金沙江、雅砻江干流及其支流干热河谷呈窄带状

壤2种,土壤是否是影响麻疯树生长的主要限制因子还有待于进一步研究。从资源分布来看,麻疯树主要集中分布于年均温20℃以上,海拔1000m~1400m的地区,分布形式以零散分布为主。

四川省大部分麻疯树分布区的年均温在20℃~24℃之间,因此在种源区划时可将该温度范围作为参考。千粒重、种子出仁率、种仁含油率、种子含

油率等相关性状在不同群体间都达到了极显著的差异。其中攀枝花大田、攀枝花硫磺口和宁南葫芦口 3 个群体表现出较高的开发利用价值。因此,四川省最适合发展麻疯树的地区为攀枝花市、凉山州宁南葫芦口等地的南亚热带干热河谷。同时,攀枝花大田、攀枝花硫磺口、宁南葫芦口等优良群体的存在揭示了筛选优良种源和单株的可行性。为避免盲目开发和资源浪费,在麻疯树产业发展上应尽快选育优良种源,并结合优良单株的筛选。

#### 参考文献:

- [1] 黄红英, 袁新永, 邓斌, 等. 不同次生种源麻疯树对高温胁迫的响应[J]. 林业科学, 2009, 45(7):150~155.  
[2] 焦娟玉, 陈珂, 尹春英. 土壤含水量对麻疯树幼苗生长及其生

- 理生化特征的影响[J]. 生态学报, 2010, 30(16):4460~4466.  
[3] 张明生, 樊卫国, 尹杰, 等. 麻疯树资源概况及其开发利用[J]. 贵州农业科学, 2005, 33(6):97~98.  
[4] 林娟, 周选国, 唐克轩, 等. 麻疯树植物资源研究概况[J]. 热带亚热带植物学报, 2004, 12(3):285~290.  
[5] 罗建勋, 奉正顺, 唐平, 等. 四川小桐子分布特点及适生环境选择初探[J]. 西南林学院学报, 2007, 27(3):6~10.  
[6] 赵晨, 付玉杰, 祖元刚, 等. 研究开发燃料油植物生产生物柴油的几个策略[J]. 植物学通报, 2006, 23(3):312~319.  
[7] 侯元凯, 刘松杨, 黄琳, 等. 我国生物柴油树种选择与评价[J]. 林业科学研究, 2009, 22(1):7~13.  
[8] 全国粮油标准化技术委员会. GB/T5512—2008 粮油检验 粮食中粗脂肪含量测定[S]. 北京:中国标准出版社, 2008.  
[9] 陈荣江, 赵晖, 朱明哲, 等. 小麦产量性状与品质性状的对应分析及偏相关分析[J]. 土壤与作物, 2012, 1(1):21~26.

(上接第 127 页)

致谢: 本文在野外和室内分析得到了四川省林业厅古晓东、顾海军、中国科学院成都生物研究所戴强等先生的大力支持和协助,在此谨表谢忱!

#### 参考文献:

- [1] Choodhury A. An overview of the status and conservation of the red panda *Ailurus fulgens* in the India. with reference to its global status. *Oryx* 2001, 35:250~259.  
[2] 杨青, 冉江洪, 张顺林, 杜蓓蓓. 四川邛崃山系小熊猫分布. 动物学研究, 2008, 29(5):546~552.  
[3] 魏辅文, 饶刚, 李明, 等. 邛崃和相岭山系小熊猫种群的遗传结构. 兽类学报, 2002, 22(4):241~247.  
[4] 李明, 饶刚, 魏辅文, 等. 小熊猫种群遗传结构和地理分化. 动物学报, 2002, 48(4):480~486.  
[5] 胡锦鑫. 小熊猫的繁殖生物学研究. 四川师范学院学报(自然科学版), 1991, 12(1):1~5.  
[6] Yonzon P B, Hunter Jr M L. Conservation of the red panda, *Ailurus*

- fulgens*. *Biological Conservation*, 1991, 57:1~11.  
[7] 韩宗先, 胡锦鑫. 小熊猫资源现状与保护. 生物学通报, 2004, 39(9):7~9.  
[8] 胡刚, 杜勇. 云南省小熊猫 (*Ailurus fulgens*) 资源分布及保护现状. 西北林学院学报, 2002, 17(3):67~71.  
[9] 张泽钧, 胡锦鑫, 吴华. 邛崃山系大熊猫和小熊猫生境选择的比较. 兽类学报, 2002, 22(3):161~168.  
[10] 魏辅文, 冯祚建, 王祖望. 相岭山系大熊猫和小熊猫对生境的选择. 动物学报, 1999, 45(1):57~63.  
[11] 胡锦鑫, Johnson K G, Schaller G B. 卧龙自然保护区小熊猫的行为生态. 西北大学学报, 1987, 17(增刊):80~86.  
[12] 张顺林, 冉江洪, 唐明坤, 等. 凉山山系小熊猫 (*Ailurus fulgens*) 分布区景观格局. 生态学报, 2008, 28(10):4788~4795.  
[13] 杨建东, 张泽钧, 李明, 等. 蜂桶寨自然保护区小熊猫巢域初步研究. 兽类学报, 2006, 26(1):13~17.  
[14] Reid D G, Hu J, Huang Y. Ecology of red pandas in the wolong reserve. *Journal of Zoology*, 1991, 225:347~364.