

澳大利亚引种植物在西双版纳的适应性分析

王宁^{1,2}, 胡建湘¹, 朱华^{1,①}, 肖春芬¹, 肖来云¹

(1. 中国科学院西双版纳热带植物园, 云南 勐腊 666303; 2. 中国科学院研究生院, 北京 100049)

摘要: 通过果熟率和存活率的统计分析, 研究了原产澳大利亚的引种植物在中国科学院西双版纳热带植物园的长适性。结果表明, 原产澳大利亚的引种植物引入西双版纳后总体适应性较差, 在 557 号引种植物中, 存活率和果熟率分别仅为 5.0% 和 3.6%。植物区系地区、气候区、植物类群、引种途径和引种年代等因素对引种植物的适应性都有一定的影响, 其中气候区和植物区系地区是影响引种植物适应性的主要因素, 间接引种植物的适应性高于直接引种植物。因此, 从气候相似且在植物区系发生上有亲缘关系的地区进行引种易于成功。

关键词: 引种植物; 适应性; 果熟率; 存活率

中图分类号: Q948.13 文献标志码: A 文章编号: 1004-0978(2008)04-0016-05

Adaptability analysis of Australian plants cultivated in Xishuangbanna of Yunnan Province
WANG Ning^{1,2}, HU Jian-xiang¹, ZHU Hua^{1,①}, XIAO Chun-fen¹, XIAO Lai-yun¹ (1. Xishuangbanna Tropical Botanical Garden, the Chinese Academy of Sciences, Mengla 666303, China; 2. Graduate School of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China), *J. Plant Resour. & Environ.* 2008, 17(4): 16-20

Abstract: Based on the analyses of fruit maturation rate and survival rate, the adaptability of Australian plants introduced from Australia was investigated in Xishuangbanna Tropical Botanical Garden (XTBG). The results show that the adaptability of introduced plants coming from Australia is comparatively poor in general, and the total survival rate and fruit maturation rate of 557 introduced plants are 5.0% and 3.6%, respectively. The floristic region, climatic zone, plant taxon, introduction way and introduction time all have some influences on the adaptability of introduced plants, in which the similarity of climatic zones and the affinity relationship of floristic regions of the origin place and the cultivation area are the major factors. And the adaptability of indirectly introduced plants is better than that of directly introduced plants. Therefore, the plants introduced from regions with similar climate and related floristic region can survive more easily.

Key words: introduced plant; adaptability; fruit maturation rate; survival rate

植物引种活动历史悠久, 随着农业的起源而诞生, 栽培植物的出现是千万年以来劳动人民引种植物的结果^[1]。早期的植物引种主要是通过野生植物驯化来完成的。随着社会的发展, 不同国家和地区间的植物引种成为主要的引种途径, 同时, 植物引种的作用也由单纯满足人类生活所需(农作物、药用植物和观赏植物), 逐渐发展成为物种保存和生态恢复的重要手段^[2-3]。如今, 世界各国都把植物引种作为发展经济和保护环境的重要手段。然而, 植物引种所面临的重要问题就是引种植物能否在引种地存活、生长和繁殖, 这一问题直接关系到引种的成功与否。关于植物引种驯化成功标准, 不同学

者见解不同^[4-5]。通常情况下, “由种子到种子(开花结果)”是衡量植物引种驯化成功标准^[6-7]。

中国科学院西双版纳热带植物园是中国热带亚热带物种保存的重要基地, 已引种保存近 10 000 种植物, 是世界上露地保存物种最多的植物园之一。建园以来, 为每种引种植物建立引种档案, 并对开花结果的种类进行物候观测, 积累了大量的引种资料,

收稿日期: 2008-01-31

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(30570128, 30770158)

作者简介: 王宁(1981-), 女, 山东潍坊人, 硕士, 研究方向为园林植物引种及栽培。

①通讯作者 E-mail: zhuh@xtbg.ac.cn

为植物引种驯化研究奠定了坚实的基础。目前,对西双版纳热带植物园引种的一些种类的适应状况已有零星报道^[8-10],但对引种植物适应性综合分析的报道较少^[11-12]。西双版纳热带植物园中引种自国外的种类大多来源于东南亚地区、美洲热带地区、非洲热带地区以及大洋洲的澳大利亚。自第三纪以来,澳大利亚大陆漂离其他大陆,成为海洋中的孤岛,很难与其他大陆进行物种交流,该地区植物区系丰富,具有高度的特有性^[13]。笔者对西双版纳热带植物园中引种自澳大利亚的植物适应状况进行了统计分析,并探讨了引种成功的规律,为植物园的物种保护、活植物收集及引种驯化提供基础资料。

1 研究地概况和研究方法

1.1 研究地概况

中国科学院西双版纳热带植物园在云南省西南部,位于东经 101°25′、北纬 21°41′,地处亚洲热带北缘,海拔 570 m。由于西南季风影响,该地区全年分为干热季(3月至4月)、湿热季(5月至10月)和雾凉季(11月至次年2月)^[14];年均温 21.8℃,最热月均温 25.3℃,最冷月均温 15.6℃;年均降雨量约 1 506 mm,且降雨量的 83%~87%集中在雨季。该地区的植物区系属古热带植物区的印度支那植物地区,原始自然植被为热带雨林和河岸季雨林。

1.2 研究方法

研究对象为西双版纳热带植物园于 1959 年至

2001 年间引种自澳大利亚的植物,共有 557 个引种记录号(按照引种地、引种年份和种的不同而编号),包括由澳大利亚直接引种的 381 个引种记录号植物和原产澳大利亚的二次引种的 176 个引种记录号植物。

计算引种植物的存活率和果熟率,并根据各引种植物所处的植物区系地区、气候区和所属的科以及引种途径和引种年代进行分析。存活率的计算公式为: $L = (n/N) \times 100\%$,式中, L 为存活率; N 为引种植物的总记录号数; n 为现存活的引种植物记录号数。果熟率的计算公式为: $R = (m/M) \times 100\%$,式中, R 为果熟率; M 为引种植物的总记录号数; m 为有果熟现象的引种植物记录号数。

2 结果和分析

2.1 澳大利亚引种植物基本概况

供试的 557 个原产自澳大利亚的引种号植物分别属于 41 科 88 属 345 种(340 种 5 变种),详细的统计数据见表 1。其中,引种最多的是桃金娘科(Myrtaceae)植物,共有 247 个引种号,占引种植物总数的 44.3%;其次是桉属(*Eucalyptus* L'Her)植物,共有 141 个引种号,占引种植物总数的 25.3%。另外,1959 年至 1969 年间引种的植物最多,共 356 个引种号,占引种植物总数的 63.9%;1970 年至 1979 年间引种的植物最少,仅 19 个引种号,占引种植物总数的 3.4%。

表 1 西双版纳热带植物园中澳大利亚引种植物科的构成(1959—2001)

Table 1 Family composition of Australian plants cultivated in Xishuangbanna Tropical Botanical Garden(1959—2001)

科 Family	引种号数 Accession number	科 Family	引种号数 Accession number	科 Family	引种号数 Accession number
龙舌兰科 Agavaceae	3	杜鹃花科 Ericaceae	1	远志科 Polygalaceae	1
石蒜科 Amaryllidaceae	1	草海桐科 Goodeniaceae	1	蓼科 Polygonaceae	1
五加科 Araliaceae	1	莲叶桐科 Hernandiaceae	1	山龙眼科 Proteaceae	94
南洋杉科 Araucariaceae	5	鸢尾科 Iridaceae	3	芸香科 Rutaceae	2
苏木科 Caesalpiniaceae	1	唇形科 Lamiaceae	2	檀香科 Santalaceae	2
木麻黄科 Casuarinaceae	3	樟科 Lauraceae	1	无患子科 Sapindaceae	6
卫矛科 Celastraceae	1	百合科 Liliaceae	3	山榄科 Sapotaceae	4
使君子科 Combretaceae	1	锦葵科 Malvaceae	2	茄科 Solanaceae	2
菊科 Compositae	8	含羞草科 Mimosaceae	39	梧桐科 Sterculiaceae	6
柏科 Cupressaceae	5	桃金娘科 Myrtaceae	247	花柱草科 Stylidiaceae	6
苏铁科 Cycadaceae	1	兰科 Orchidaceae	1	瑞香科 Thymelaeaceae	9
蚌壳蕨科 Dicksoniaceae	1	棕榈科 Palmae	65	马鞭草科 Verbenaceae	1
五桠果科 Dilleniaceae	3	垂花科 Philesiaceae	3	泽米苏铁科 Zamiaceae	11
杜英科 Elaeocarpaceae	2	海桐花科 Pittosporaceae	7		

2.2 澳大利亚引种植物存活率和果熟率的分析

截止至 2007 年 10 月,在原产澳大利亚的 557 个引种号植物中仅有 28 个引种号植物存活,存活率仅为 5.0%;仅有 20 个引种号植物有果熟现象,果熟率仅为 3.6%。

2.2.1 不同植物区系地区的引种植物存活率和果熟率的比较 一般来说,不同植物区系地区的植物引种到目的地后存活率和果熟率存在差异。按照 Takhtajan 的植物区系分区系统,可将澳大利亚的植物区系地区分为东北澳大利亚植物地区、西南澳大利亚植物地区和中部澳大利亚植物地区。根据引种植物分布地区的不同,将引种植物分别划分到其对应的植物区系地区,结果见表 2。由表 2 可见,东北澳大利亚植物地区引种植物的存活率和果熟率最高,分别为 6.5% 和 5.0%;西南澳大利亚植物地区、中部澳大利亚植物地区和西南—中部澳大利亚植物地区的引种植物适应性均较差,存活率分别为 1.1%、1.9% 和 0.0%,果熟率均为 0.0%。

表 2 引自澳大利亚不同植物区系地区的引种植物在西双版纳热带植物园的适应性¹⁾
Table 2 Adaptability of Australian plants cultivated in Xishuangbanna Tropical Botanical Garden introduced from different floristic regions of Australia¹⁾

植物区系地区 Floristic region	引种号数 Accession number	存活率/% Survival rate	果熟率/% Fruit maturation rate
I	398	6.5	5.0
II	94	1.1	0.0
III	54	1.9	0.0
IV	11	0.0	0.0

¹⁾ I. 东北澳大利亚植物地区 Northeast Australian region; II. 西南澳大利亚植物地区 Southwest Australian region; III. 中部澳大利亚植物地区 Central Australian region; IV. 西南—中部澳大利亚植物地区 Southwest-central Australian region.

2.2.2 不同气候区的引种植物存活率和果熟率的比较 按照 Koeppen 气候分类系统,可将澳大利亚的气候区分为 5 种类型:热带冬干气候区、冬温夏热气候区、冬温夏暖气候区、地中海气候区和干燥气候区。根据引种植物气候区的不同,对各引种植物进行存活率和果熟率分析,结果见表 3。来源于热带冬干气候区的引种植物存活率和果熟率均最高,分别为 12.7% 和 8.2%;来源于冬温夏热气候区的引种植物适应性较好,存活率和果熟率分别为 5.1% 和 3.8%;来源于冬温夏暖气候区、地中海气候区和干燥气候区的引种植物适应性均很差,存活率分别仅为 2.7%、1.2% 和 3.0%;果熟率分别仅为 1.6%、

0.0% 和 0.0%。可见,不同气候区的植物引种到西双版纳后存活率和果熟率也存在一定的差异。

表 3 引自澳大利亚不同气候区的引种植物在西双版纳热带植物园的适应性¹⁾
Table 3 Adaptability of Australian plants cultivated in Xishuangbanna Tropical Botanical Garden introduced from different climatic zones of Australia¹⁾

气候区 Climatic zone	引种号数 Accession number	存活率/% Survival rate	果熟率/% Fruit maturation rate
I	110	12.7	8.2
II	237	5.1	3.8
III	183	2.7	1.6
IV	167	1.2	0.0
V	33	3.0	0.0

¹⁾ I. 热带冬干气候区 Tropical winter dry climatic zone; II. 冬温夏热气候区 Hot summer and warm winter climatic zone; III. 冬温夏暖气候区 Cool summer and warm winter climatic zone; IV. 地中海气候区 Mediterranean climatic zone; V. 干燥气候区 Dry climatic zone.

2.2.3 不同科的引种植物存活率和果熟率的比较 在西双版纳热带植物园中,原产澳大利亚且引种植物号数在 30 个以上的科有桃金娘科、山龙眼科 (Proteaceae)、棕榈科 (Palmae) 和含羞草科 (Mimosaceae),这 4 个科的引种植物存活率和果熟率见表 4。由表 4 可见,含羞草科引种植物的适应性较好,存活率和果熟率分别达到 10.3% 和 15.4%;棕榈科引种植物的存活率最高 (20.0%),但果熟率仅为 3.1%;桃金娘科和山龙眼科引种植物的适应性较差,存活率分别为 2.8% 和 2.2%、果熟率分别为 2.8% 和 4.3%。可见,不同科的植物引种到西双版纳后存活率和果熟率也有一定的差异。

表 4 引自澳大利亚不同科的引种植物在西双版纳热带植物园的适应性
Table 4 Adaptability of Australian plants belonging to different families cultivated in Xishuangbanna Tropical Botanical Garden introduced from Australia

科 Family	引种号数 Accession number	存活率/% Survival rate	果熟率/% Fruit maturation rate
桃金娘科 Myrtaceae	247	2.8	2.8
山龙眼科 Proteaceae	94	2.2	4.3
棕榈科 Palmae	65	20.0	3.1
含羞草科 Mimosaceae	39	10.3	15.4

2.2.4 引种途径不同的引种植物存活率和果熟率的比较 西双版纳热带植物园的澳大利亚引种植物分别是通过直接引种和二次引种 2 种方式引入的,直接引种植物和二次引种植物的存活率和果熟率存在一定的差异(表 5)。直接引种植物的存活率和果

熟率均为 1.6%; 二次引种植物的存活率和果熟率分别为 12.5% 和 8.0%。可见, 直接引种植物的存活率和果熟率都明显低于二次引种植物。

表 5 引种途径不同的澳大利亚引种植物在西双版纳热带植物园的适应性

Table 5 Adaptability of Australian plants cultivated in Xishuangbanna Tropical Botanical Garden introduced from Australia with different introduction ways

引种途径 Introduction way	引种号数 Accession number	存活率/% Survival rate	果熟率/% Fruit maturation rate
直接引种 Direct introduction	381	1.6	1.6
间接引种 Indirect introduction	176	12.5	8.0

2.2.5 引种年代不同的引种植物存活率和果熟率的比较 按照 10 a、11 a 或 12 a 划分为 1 个时间段, 将西双版纳热带植物园的澳大利亚引种植物的引种时间划分为 4 个时间段, 各时间段引种植物的存活率和果熟率见表 6。1959 年至 1969 年和 1980 年至 1989 年 2 个时间段内引种植物的适应性较差, 存活率和果熟率均很低, 存活率分别仅为 1.4% 和 2.3%, 果熟率分别仅为 2.5% 和 2.3%; 1970 年至 1979 年和 1990 年至 2001 年 2 个时间段内引种植物的适应性较好, 存活率分别达到了 10.5% 和 18.9%, 果熟率分别达到了 10.5% 和 7.4%。可见, 引种时间不同的植物存活率和果熟率不同。

表 6 引种年代不同的澳大利亚引种植物在西双版纳热带植物园的适应性

Table 6 Adaptability of Australian plants cultivated in Xishuangbanna Tropical Botanical Garden introduced from Australia at different times

引种时间 Time	引种号数 Accession number	存活率/% Survival rate	果熟率/% Fruit maturation rate
1959—1969	356	1.4	2.5
1970—1979	19	10.5	10.5
1980—1989	87	2.3	2.3
1990—2001	95	18.9	7.4

3 讨论和结论

虽然同一区系的植物现在的分布状况很不均匀, 但它们毕竟曾经发生在同一地区, 经历过相同的条件, 或多或少存在着共同的适应性或适应潜能^[15]。前苏联植物学家库尔米里琴提出的“区系发生法”认为“起源上有亲缘关系和某些共性的区系之间的引种容易成功”^[16]。第三纪中期, 新几内亚等岛屿的出现, 特别是在更新世冰期它们与澳大利亚

大陆相连, 成为澳大利亚大陆与亚洲大陆之间植物交流的桥梁, 使得这两个陆地间的植物得以散布和交流^[17]。澳大利亚和亚洲的植物有许多共有的种和属, 这些种和属主要分布在热带雨林地区^[18]。澳大利亚东北沿海有发育良好的热带雨林, 富有马来西亚成分, 以致有人认为该地区属于古热带植物区^[19]。这可能是东北澳大利亚植物地区引种植物的存活率和果熟率高于西南澳大利亚植物地区和中部澳大利亚植物地区的原因之一。

在影响外来植物引种成败的诸多环境因子中, 气候因子具有决定性作用^[20-21]。Mayr 的“气候相似原则”指出, 植物引种成功与否, 最重要的是看原产地与引种地的气候条件是否相似, 只有两地的气候条件相似, 植物引种才有可能成功^[22-23]。澳大利亚热带冬干气候区和冬温夏热气候区的气候与西双版纳相似, 而澳大利亚地中海气候区、冬温夏暖气候区和干燥气候区的气候则与西双版纳有显著差异^[24], 这可能是澳大利亚热带冬干气候区和冬温夏热气候区引种植物在西双版纳适应性好, 而其他气候区的引种植物在西双版纳适应性差的主要原因。

含羞草科引种植物的存活率和果熟率均较高, 这可能是因为引入的该科植物全部为金合欢属 (*Acacia* Mill.) 种类, 而金合欢属是全球热带和亚热带地区的广布属, 并且在西双版纳也有自然分布的缘故。棕榈科存活率最高可能是因为棕榈科为全球热带和亚热带地区的广布科, 并且西双版纳也有大量棕榈科植物分布; 而其果熟率低一方面可能与该科引种植物有一部分未进入繁殖生长阶段有关, 另一方面是因为引种植物为雌雄异株, 但在引种过程中并没有考虑到繁殖问题而只引入雌株或雄株, 如 1959 年引入的红蒲葵 (*Livistona mariae* F. Muell.) 就因只引种了雄株而无法结实。属于桃金娘科的引种植物最多, 但该科植物在西双版纳自然分布的属、种均较少, 而山龙眼科引种植物所在的属在西双版纳均无自然分布, 说明西双版纳的环境条件并不适宜这两个科的植物生长, 这也可能是这两个科的引种植物在西双版纳适应性较差的原因。另外, 仅 32.6% 的山龙眼科引种植物和 42.9% 的桃金娘科引种植物来源于澳大利亚热带冬干气候区和冬温夏热气候区, 这两个科的大部分引种植物的原产地气候与西双版纳的气候差异显著, 这也是导致这两个科的引种植物在西双版纳适应性较差的重要原因。

1970 年至 1979 年和 1990 年至 2001 年间引种的植物中,来源于热带冬干气候区和冬温夏热气候区的比例分别为 84.2% 和 85.3%;而 1959 年至 1969 年间引种的植物来源于这两个气候区的比例仅为 43.3%,因而,引种植物在西双版纳的适应性较好。由于一部分引种较晚的植物还未进入繁殖生长阶段,果熟率偏低,加之引种时间短,一些不适应症状还未完全表现出来,暂时出现存活率偏高的现象。

从直接引种和二次引种植物的来源看,二次引种植物主要来源于澳大利亚热带冬干气候区和冬温夏热气候区,而直接引种植物遍布澳大利亚大陆,这可能是二次引种植物存活率和果熟率高于直接引种植物的重要原因。即使是同样来源于澳大利亚热带冬干气候区和冬温夏热气候区的引种植物,二次引种植物的存活率和果熟率高于直接引种植物。米丘林的“风土驯化学说”指出,当原产地与引种地条件相差太远而超越了幼苗的适应范围时,驯化难以成功,可以采用逐步迁移的方法,使它逐渐地移向与引种地相接近的地区^[25]。这些二次引种植物大部分引自我国的广东和广西,而澳大利亚东北沿海地区是广西和广东引种植物最适宜的来源区^[26]①,因此,把澳大利亚东北沿海地区的植物先引种到广东或广西,经过适应性过渡后,再引种到西双版纳,有利于提高引种植物在西双版纳的适应性。

通过以上分析,可以得出以下结论:

1)从总体上说,原产澳大利亚的引种植物的存活率和果熟率都较低,不能较好地适应西双版纳的环境。从植物区系来看,东北澳大利亚植物地区引种植物的适应性最好;从气候区来看,热带冬干气候区引种植物的适应性最好;二次引种有利于增强澳大利亚引种植物在西双版纳的适应性。

2)引种地和原产地的气候和植物区系的相关性是影响引种成功与否的主要因素,在引种过程中应根据这 2 个因素选择引种植物的最佳区域。

参考文献:

- [1] 谢孝福. 协调统一是植物引种的原则[C]//中国植物学会植物引种驯化协会. 植物引种驯化集刊(第五集). 北京: 科学出版社, 1987: 21-27.
- [2] 吴中伦. 国外树种引种概论[M]. 北京: 科学出版社, 1983: 5-10.
- [3] 盛诚桂. 中国植物引种驯化概况和对 2000 年的设想[C]//中国植物学会植物引种驯化协会. 植物引种驯化集刊(第五集). 北京: 科学出版社, 1987: 3-9.
- [4] 刘胜祥. 植物资源学[M]. 武汉: 武汉出版社, 1994: 44-51.
- [5] 程金水. 园林植物遗传育种学[M]. 北京: 中国林业出版社, 2000: 104.
- [6] 陈俊愉. 植物的引种驯化与栽培繁殖[C]//中国科学院植物园工作委员会. 植物引种驯化集刊(第二集). 北京: 科学出版社, 1966: 1-6.
- [7] 许再富. 稀有濒危植物迁地保护的原理和方法[M]. 昆明: 云南科学技术出版社, 1998: 80-81.
- [8] 许再富, 禹平华. 引种的龙脑香科植物对低温适应性的探讨[J]. 云南植物研究, 1982, 4(3): 297-301.
- [9] 胡建湘. 西双版纳热带植物园棕榈藤引种收集[J]. 热带植物研究, 1999, 44: 28-32.
- [10] 张玲, 王坚, 肖春芬. 濒危植物狭叶坡垒的迁地保护[J]. 广西植物, 2001, 21(3): 277-280.
- [11] 张育英. 西双版纳湿热地区经济植物引种驯化研究[J]. 云南植物研究, 1982, 4(4): 375-382.
- [12] 宋富强, 张一平, 杨清, 等. 西双版纳热带植物园引种植物个体适应性研究[J]. 云南植物研究, 2006, 28(6): 615-623.
- [13] 赵书文, 段绍伯. 澳大利亚自然地理[M]. 天津: 天津人民出版社, 1983: 138-144.
- [14] 张克映. 滇南气候特征及其形成因子的初步分析[J]. 气象学报, 1966, 33(2): 210-230.
- [15] 王名金. 树木引种驯化概论[M]. 南京: 江苏科学技术出版社, 1990: 5.
- [16] 朱慧芬, 张长芹, 龚洵. 植物引种驯化研究概述[J]. 广西植物, 2003, 23(1): 52-60.
- [17] Walker D. Bridge and Barrier: the Natural and Cultural History of Torres Strait [M]. Canberra: Australian National University Press, 1972.
- [18] Nobel C W. The Vegetation of Australia [M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1981: 69.
- [19] 王荷生. 植物区系地理[M]. 北京: 科学出版社, 1992: 146.
- [20] Woodward F I. Climate and Plant Distribution [M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1987: 62-107.
- [21] 阎洪. 中国和澳大利亚的气候比较研究[J]. 林业科学, 2006, 42(8): 30-37.
- [22] Mayr H. Die Naturgesetlicher Grundlage des Waldbaues [M]. Berlin: Parey, 1909.
- [23] Mayr H. Fremdlandische Wald und Parkbaume fur Europa [M]. Berlin: Parey, 1906.
- [24] 盛承禹. 世界气候[M]. 北京: 气象出版社, 1988: 306-314.
- [25] 谢孝福. 植物引种学[M]. 北京: 科学出版社, 1994: 32-34.
- [26] 朱积余. 广西热带南亚热带适宜的国外树种引种来源区选择的研究[J]. 广西林业科学, 2001, 30(9): 113-118.

① 梅贝坚. 广州地区从国外广泛引种适应地区的选择. 中国植物园, 1989, 2: 24-26.