



广西 市豆种质 资源研究

著

V A Davivi

罗高玲

罗瑞鸿

陈成斌

广西科学技术出版社





广西 市豆种质 资源研究

GUANGXI MUDOU ZHONGZHI
ZIYUAN YANJIU

著

陈成斌
罗瑞鸿
罗高玲
V A Davivi

广西科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

广西木豆种质资源研究 / 陈成斌等著. —南宁:广西科学技术出版社, 2009. 12

ISBN 978 - 7 - 80763 - 125 - 5

I. 广... II. 陈... III. 木豆—种质资源—研究 IV. S793.904

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 163364 号

广西木豆种质资源研究

陈成斌 罗瑞鸿 著
罗高玲 V A Davlvi

*

广西科学技术出版社出版

(南宁市东葛路 66 号 邮政编码 530022)

广西新华书店发行

广西民族印刷厂印刷

(南宁市高新三路 1 号 邮政编码 530007)

*

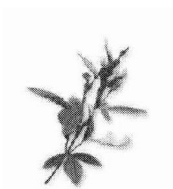
开本 787mm × 1092mm 1/16 印张 22.25 插页 8 字数 340 000

2009 年 12 月第 1 版 2009 年 12 月第 1 次印刷

ISBN 978 - 7 - 80763 - 125 - 5/S · 75 定价: 198.00 元

本书如有倒装缺页,请与承印厂调换

序 一



木豆是粮食、饲料、药材和薪材兼用的作物，籽粒作粮食，嫩枝叶作饲料，茎秆作薪柴、建材与纸浆，根、叶可作药材。木豆根系发达、枝繁叶茂，具有涵养水土、提高地力的能力，是很好的覆盖植物。木豆还是很好的蜜源和胶源植物，在木豆林中可以养殖紫胶虫和蜜蜂。在印度、东非、加勒比海等国家和地区，木豆是重要的粮食和饲料作物。

木豆起源于印度，距今已有 6 000 多年的栽培历史。目前，全球种植木豆约 520 万 hm^2 ，总产量约 373.6 万 t。印度是世界上最大的木豆主产国，年种植面积占世界种植面积的 88.6%，总产量占世界总产量的 92.2%。我国种植木豆已经有 1 500 多年的历史，但木豆一直是一个小作物，零星种植较多，许多地方处在半野生状态。1997~2000 年在中国农业科学院作物品种资源研究所的主持下，广西农业科学院作物品种资源研究所的陈成斌等科技人员与河池市、百色市等科技局合作，在两市各县普遍开展木豆的试种示范，并在广西其他县（区、市）推广，取得了重大进展。在贫瘠的石山区种植，籽粒产量达 $1.875 \text{ t}/\text{hm}^2$ ；在肥沃的耕地种植，籽粒产量达 $7.5 \text{ t}/\text{hm}^2$ 。作为饲料种植时，矮秆品种可收获鲜嫩枝叶 $45 \text{ t}/\text{hm}^2$ ，高秆品种可收获 $90 \text{ t}/\text{hm}^2$ 以上。可见，木豆在我国发展大有前途。

《广西木豆种质资源研究》是陈成斌等作者多年来刻苦钻研、辛勤耕耘的结晶。该书全面叙述了木豆的生物学特征特性、营养价值、种质资源收集保

存与育种利用进展、高产栽培技术，以及发展前途等研究成果，数据翔实可靠，资料详细完整，学术观点清晰明了，论述精辟。该书的出版是广西木豆种质资源研究的又一重大成果，也是作者们在学术上的又一大奉献。

我相信这部著作的出版必将加深国内外学者对广西木豆种质资源的了解，促进木豆种质资源保护、利用和生产的快速发展，同时也将受到植物遗传资源、木豆育种、生物技术、农业科研等方面的读者以及教育工作者的热烈欢迎。

董玉琛

2009年5月28日

（作者系中国工程院院士、博士生导师、著名遗传资源学家）

序 二



木豆 [*Cajanus cajan* (L.) Millsp.], 又名树豆、鸽豆、蓉豆、扭豆、黄豆树等, 是蝶型花科菜豆族木豆亚族木豆属中的一个栽培种, 多年生常绿灌木, 是粮食、饲料、薪材、药材兼用的木本豆科作物。木豆全身都是宝, 籽粒可以作粮食或饲料, 嫩枝叶可作饲料, 茎秆可作薪柴、建材或纸浆原料。木豆还是良好的蜜源与胶源植物, 在木豆林中可以养蜜蜂和紫胶虫。木豆根系发达, 能固定土壤, 保持水土, 根瘤能固氮, 增加土壤肥力。它适应山地特别是石山地区种植, 不与现有粮食作物争地, 是保持生态平衡, 向荒山要粮要钱的优良作物, 对人多地少的山区增加粮食产量、促进经济发展具有重大作用。

广西地处祖国南疆, 居北纬 $20^{\circ}54'$ ~ $26^{\circ}23'$ 、东经 $104^{\circ}28'$ ~ $112^{\circ}04'$ 之间, 属亚热带季风气候区, 阳光充足, 雨量充沛, 是适宜木豆种植的地区。广西是“八山一水一分田一片海”的地区, 耕地资源短缺, 人口众多, 在现代化建设过程中农业环境污染越来越严重, 且在短期内难以解决, 这必将影响到粮食安全。粮食安全始终是关系到国家政治稳定、社会文明进步的重大问题。广西粮食生产除了在“一分田”上发展“吨粮田”外, 更大的发展空间在“八山”, 应优先考虑在“八山”上做大文章。根据陈成斌等的研究, 在广西 $1/3$ 的山地推广种植优良木豆品种, 就相当于增加 630.30 万 hm^2 耕地, 按每公顷产 750 kg 木豆籽粒计, 每年可增产粮食 472.7 万 t。可见, 推广木豆种植

是广西发展木本粮食，推动粮食突破性发展的新路子。木豆还有助于养殖业的发展，按广西的 1/3 山地种植优良木豆品种计，可年产鲜枝叶 2.12~3.72 亿 t，按每公顷载畜量平均为 3 头牛计，可养殖 1 890.91 万头牛。有了大量的牛、羊、猪、鸭、鸡、鹅等畜禽产品，就可以带动农产品加工业和农村经济的发展，同时促进社会主义新农村建设。另外，木豆林还可以恢复生态，保护环境。在广西广大山区推广种植优良木豆新品种，必将在建设生态广西、文明广西、富裕广西的过程中发挥积极的作用。

本书是陈成斌等作者多年刻苦钻研的结晶。我相信本书的出版，必将进一步促进广西木豆种质资源研究，加深国内外学者对广西木豆种质资源保护和利用以及相关科技成果的了解，加快木豆科研与生产事业的发展。同时，它还将受到植物遗传资源、作物育种、生物技术、农业科研管理、农业生产和教育等方面读者的欢迎。我愿意将本书推荐给各级领导干部以及农林业科技人员、农林业大中专院校师生等农林业战线的广大读者阅读参考。

李树瑞

2009 年 5 月 30 日

（作者系广西农业科学院院长，广西大学教授、博士生导师、著名甘蔗专家）

前 言



木豆是粮、饲、薪、药等兼用的作物，在广西已有1 500多年的种植历史。新中国成立以来，广西曾有过3次木豆种植高潮，这对改善当时广西贫困山区农民的生活水平、保护当地的生态环境都发挥了积极的作用。然而这项工作并未能一直延续下去，以致到目前为止，木豆资源在广西依然未能被充分利用。广西农业科学院对广西木豆种质资源有较系统、深入的研究，近10年来取得了较大的进展，但是，目前仍然在艰难曲折中前进。为了进一步加快木豆种质资源的保护和利用研究，充分发挥木豆优良品种在农村扶贫和生态建设等方面的作用，作者们将多年研究的成果编辑成书，以期待引起各级领导与社会各界对木豆种质资源保护、创新利用研究的重视，使木豆在社会主义新农村建设中发挥更大的作用。

木豆 [*Cajanus cajan* (L.) Millsp.] 是豆科 (Leguminosae) 蝶形花亚科 (Papilionaceae) 菜豆族 (Phaseoleae) 木豆亚族 (Cajaninae) 木豆属 (*Cajanus*) 下32个种中唯一的栽培种。木豆的英文名是 Pigeonpea 或 Red Gram。木豆在中国又叫树豆、鸽豆、蓉豆、扭豆、柳豆、黄豆树等。木豆的染色体数为 $2n=2x=22$ 。木豆多年生或一年生，是食用豆类作物中唯一的木本植物。据研究，木豆起源于印度或非洲，有6 000多年的栽培历史，大约在1 500年前由印度传入中国。木豆属分布在亚洲的种类有18个，分布在澳大利亚的种类有15个，分布在非洲的种类有1个。目前，在中国已发现有木豆属

野生种 6 个，主要分布在海南、广西、贵州、云南及邻近省区，其中 *C. scarabaeoides* 和 *C. cajanifolius* 两个野生种与木豆栽培种杂交可育。然而对中国、缅甸、澳大利亚的木豆野生种群研究极少，因此，这些地区可能孕育着世界上遗传多样性最丰富的木豆野生种群。我国木豆栽培面积约为 10 万 hm^2 ，主要分布在云南、广西及周边省区。

木豆籽粒主要用作粮食，把籽粒做成“豆尔”（干籽粒脱种皮变成豆瓣）烹饪后食用，嫩籽粒可用作蔬菜，破碎籽粒及加工剩下的残渣可用作畜禽饲料；干、鲜嫩枝叶可用作饲料（草）；茎秆、枝条可用作薪柴、建材，搭建棚屋，编制篮子和其他工艺品等；在木豆林中可放养紫胶虫用于生产紫胶，也可以在花期放养蜜蜂生产蜂蜜；在山上种植木豆能够保持水土，增加土壤肥力，减少水土流失，恢复生态，美化环境，对治理喀斯特石山区的石漠化特别有效。此外，木豆常用于农家小院构建活的篱笆墙，如用不同花色、不同熟期的品种间种，可以营造出一个万紫千红、蜂蝶成群、鸟语花香的人间小仙境。木豆植株全身都是宝，具有巨大的开发潜能。

木豆种类众多，全世界有 32 个公认的种，更有丰富的品种资源。据记载，世界上最早收集保存木豆资源的是印度农科院（IARI）。国际半干旱热带作物研究所（ICRISAT）是世界上保存木豆种质资源数量最多、种类最全的研究机构，现保存有来自世界上 50 多个国家的 13 632 份木豆种质资源，来自 6 个近缘属 57 个野生种，其中栽培木豆种质资源 13 077 份，由地方品种 8 215 份、育成材料 4 795 份和推广品种 67 份组成，野生种质资源 555 份。中国保存的栽培和野生木豆种质资源数量为 600 余份，澳大利亚、马拉维、肯尼亚、坦桑尼亚、尼日利亚等国家各自保存的木豆种质资源数量均超过 100 份。

木豆遗传资源是生物遗传多样性的重要组成部分，是生物遗传多样性中最直接提供人类衣食住行的不可缺少的部分，也是农业生产这个国民经济基础中的重要部分，更是不断提高人们生活水平和生活质量的最重要的基因源，是保持国家快速、稳定、持续发展和长期繁荣富强的战略性物质基础。如果政府部门大力支持木豆遗传资源的开发和利用，短期内它就能产生巨大的经

济效益。同时，木豆遗传资源也是人类祖先和自然界在历史进化过程中留给我们的宝贵财富。它具有现代品种在选育过程中丢失的优异基因，特别是抵御来自非生物与生物胁迫的基因。在一个基因创造一个产业，一粒种子改造一个世界的分子生物技术时代，谁掌握植物遗传资源优势，谁就掌握农业的未来。开展包括木豆在内的植物遗传资源收集保存、创新利用研究具有极其重要的战略意义和现实意义。在现代化建设过程中不可避免地出现耕地减少、农业环境污染等问题，植物遗传资源遭到的破坏日益严重，农作物近缘野生种质资源日益减少，原生地消失日益加速。因此，加强包括木豆在内的作物遗传资源的保护与创新利用研究已迫在眉睫。

在广西开展木豆种质资源保护和创新利用研究、发展木豆生产具有重大意义：①推动广西粮食生产突破性发展。广西地处祖国南疆，北纬 $20^{\circ}54'$ ~ $26^{\circ}23'$ 、东经 $104^{\circ}28'$ ~ $112^{\circ}04'$ ，总面积 23.76 万平方千米，海岸线 1 500 多千米。广西地处低纬度，北回归线横贯中部，属亚热带季风气候区，日照长、气温高、雨水丰沛，夏长冬短、夏热冬暖、夏湿冬干，雨热同季，良好的气候条件十分适宜木豆等农作物生长，发展木豆生产前景广阔。广西“八山一水一分田一片海”，是耕地资源短缺的省区，粮食生产受到“一分田”的严重制约，年进口粮食约 47 亿 kg。要想发展粮食生产，取得粮食生产的突破性进展，除了提高“一分田”的单产外，只能在“八山”上做大文章。木豆是食用豆类中最高大的木本作物，多年生，非常耐干旱、贫瘠，可全方位提供粮食、蔬菜、饲草、薪柴等多种农产品。广西充分利用“八山”的优势，在不侵占现有耕地的基础上发展木本粮食作物，是突破粮食生产瓶颈的有效举措。据研究，在广西用 $1/3$ 的山地种植木豆就相当于增加 630.30 万 hm^2 耕地，按每公顷产木豆籽粒 750 kg 计，每年可增产粮食 47.27 亿 kg。如果木豆优良品种产量可达 $4.5 \text{ t}/\text{hm}^2$ 以上，广西将由粮食进口省区变成粮食出口省区。推广种植木豆是广西发展木本粮食，推动粮食生产突破性发展的新路子。木豆蛋白质含量很高，达 26.5% 以上，是稻米的 26 倍以上；赖氨酸含量也很高，平均每 100 g 蛋白质中含赖氨酸达 6.8 g；除此，还含有钙、铁、锌和维生素

B₁、B₂ 以及胡萝卜素等多种营养物质。食用木豆可以增加人体的植物蛋白质摄入量,改善营养结构,有利于身体健康。②促进养殖业快速发展。木豆的籽粒、嫩茎秆、枝叶均可作饲料,营养丰富,是猪、牛、羊、鸡、鸭、鹅、鱼等动物的好饲料。按广西 1/3 山地种植木豆计,1 年可产鲜茎叶 2.12~3.72 亿 t,可饲养 1 890.91 万头牛。牛、马、山羊和草鱼都喜食木豆枝叶,种植木豆能给养殖业解决饲料问题。可见,发展木豆生产将带来养殖业的大发展,特别是在广西石山地区人多耕地少的农村,木豆是发展水产畜牧业最好的饲料作物。木豆花粉是良好的蜜源,可以发展养蜂业生产蜂蜜。在木豆林里还可以放养紫胶虫生产紫胶,养殖芫菁生产中药材,以增加农民收入,发展石山区农村经济。因此,发展木豆生产是促进养殖业快速发展,带领农民步入小康生活,建设社会主义新农村的好途径。③加速山区农村乡镇企业发展。木豆籽粒可以加工成副食品,枝叶、籽粒残渣等可加工成饲料发展养殖业,茎秆、枝条可做高压板材、造纸或编织原料,木豆的直接产品和养殖业产品均可作为乡镇加工企业提供丰富的原料,从而促进农村龙头企业发展,推动农村经济建设。④有效保护农业生态环境,促进人与自然和谐发展。在广西喀斯特石灰岩地区种植木豆能在 3~4 个月内有效恢复生态,覆盖裸露的石头,保持水土,增加土壤肥力,有效治理石漠化,改良生态环境。部分木豆品种树形优美,花期长,可用作园林植物,特别是在旅游景点种植,能形成新的风景线。⑤促进广西木本粮食学科快速发展。目前,广西是国内保存木豆种质资源最多的省区,研究技术力量较雄厚。许多木豆原生地虽遭到了破坏,但仍保存着大量的木豆栽培与野生种质资源。深入考察收集、整理保存、鉴定评价、创新利用木豆种质资源,发挥广西地理优势、资源优势,将进一步促进广西木本粮食学科研究事业的发展,赶超国际先进水平。

《广西木豆种质资源研究》由 12 个部分组成,是近 10 余年来广西木豆种质资源研究成果的结晶。本书涵盖了木豆的生物学特性、广西木豆的地理分布、基础研究和可持续利用、生物技术、栽培技术、病虫害防治、优良品种介绍以及木豆的发展前景等方面的内容。作者们努力争取能全面、系统、准

确地反映广西木豆种质资源保护和利用的科技成果以及木豆生产的真实情况。

本书的出版得到国际半干旱地区作物研究所、中国农业科学院、中国林科院云南资源昆虫研究所、云南农业科学院、广西科学技术出版社、广西农业科学院水稻研究所、广西农业科学院领导和有关人员的大力支持与热情帮助，得到课题组全体同仁的全力支持和帮助，得到亲属和朋友长期的支持与帮助，在此一并向他们表示最诚挚的感谢！此外，本书涉及时间长，量大面广，而作者水平有限，再加上时间紧迫，因此错误和疏漏之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

陈成斌

2009年6月于南宁



目 录

序一	i
序二	iii
前言	v
1. 木豆的生物学特性	001
1.1 木豆的植物学特征	001
1.2 木豆的原产地及传播	006
1.3 木豆的生态习性	007
2. 木豆种质资源研究的主要进展	013
2.1 国际木豆种质资源研究的主要进展	015
2.2 国内木豆种质资源研究的主要进展	020
2.3 广西木豆种质资源研究主要进展	028
3. 木豆凝集素研究	031
3.1 植物凝集素应用研究概况	032
3.2 木豆凝集素研究方法	033
3.3 木豆凝集素研究结果及讨论	054
4. 木豆种质资源地理分布信息	073
4.1 木豆种质资源信息平台	073
4.2 国际木豆种质资源地理分布概况	088



- 4.3 国内木豆种质资源地理分布概况 091
- 4.4 广西木豆种质资源地理分布概况 093
- 5. 木豆种质资源利用的主要进展 100
 - 5.1 国际木豆种质资源利用的主要进展 101
 - 5.2 国内木豆种质资源利用的主要进展 106
 - 5.3 广西木豆种质资源利用的主要进展 110
- 6. 木豆的生物工程与杂交育种技术 114
 - 6.1 木豆的单倍体培养 115
 - 6.2 木豆的分子育种 132
 - 6.3 木豆的辐射与太空育种 141
 - 6.4 木豆基因工程与基因组学研究技术 147
 - 6.5 木豆杂交育种技术 163
- 7. 木豆的栽培管理技术 170
 - 7.1 选用优良品种 170
 - 7.2 播种的时间与方法 171
 - 7.3 适时施肥，奠定丰产基础 175
 - 7.4 田间栽培管理 177
 - 7.5 适时收获与贮藏 180
 - 7.6 牧草型木豆的栽培管理 181
- 8. 木豆的主要病虫害及防治 184
 - 8.1 主要病害及防治 184
 - 8.2 主要虫害及防治 194



9. 木豆的营养价值与用途	212
9.1 木豆的营养价值	212
9.2 木豆的主要用途	215
10. 木豆的发展前景	222
10.1 实现粮食生产新突破	222
10.2 加速养殖业发展	224
10.3 促进乡镇企业发展	225
10.4 美化与保护生态环境	227
10.5 带动旅游业发展	228
10.6 提高我国木豆学术研究水平	229
11. 广西木豆优良品种	232
11.1 木豆优异种质资源	232
11.2 优良木豆品种简介	234
12. 木豆育种文献（1975—2008）	240
主要参考文献	329



1. 木豆的生物学特性

木豆 (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) 又名树豆、黄豆树、柳豆、蓉豆、鸽豆、扭豆等, 英文名为 Pigeonpea 或 Red gram, 一年生或多年生木本植物。染色体数为 $2n=2x=22$, 也有 $2n=44$ 和 $2n=66$ 的材料。木豆具有多种用途, 可用作粮食、蔬菜、饲料、绿肥, 用于养蜂、养紫胶虫, 用作工业原料和城市绿化等。

1.1 木豆的植物学特征



木豆在植物分类学上是豆科 (Leguminosae) 蝶形花亚科 (Papilionaceae) 菜豆族 (Phaseoleae) 木豆亚族 (Cajaninae) 木豆属 (*Cajanus*) 下的一个栽培种。目前木豆属中已发现有 32 个种, 木豆是唯一的一个栽培种。在木豆种内, 已确定的有两个变种: 一是黄花变种 (*Cajanus cajan* var. *flavus* Dc), 主要形态特征是花的旗瓣两面均为黄色, 植株矮小, 早熟, 一年生。豆荚为黄褐或浅绿色, 每荚含有 2~3 粒种子; 二是紫纹变种 (*Cajanus cajan* var. *bicolor* Dc), 花的旗瓣正面为黄色, 背面带紫红色条纹, 植株高大, 多年

生灌木，豆荚表面有茸毛。每荚含有种子 4~7 粒，籽粒较大，种皮有多种颜色，常有褐色斑点，一般为翌年 2~3 月成熟。曾有学者根据株高和株型的密集差异把木豆分为高密集组、高开放组、中高密集组、中高开放组和矮丛组。木豆属短日性作物，其表现型受光照、温度、土壤、水分等气候环境因素的影响很大，给木豆种内分类及生产栽培带来许多变数。因此，木豆的分类、育种、栽培等均有待进一步深入研究。

1.1.1 木豆的根与根瘤



根是木豆重要的吸收器官，它的主要作用是固定植株，从土壤中吸收植株生长所需的营养元素。营养元素是构建植物体必需的物质，也是植物生长的必要条件。根系是植物吸收水分的主要器官，是植物体内物质运输、光合作用、化合物新陈代谢的主要介质。木豆高产栽培技术的首要任务是选择适宜的土壤条件，以促进根系的良好发育。

木豆的根为主根系，由木质化程度很高的粗壮主根和发育良好的侧根组成。木豆根系主要分布在 30~60 cm 的土层内，主根可深入土壤达 2 m 以上。根据 Sheldrake 等（1979）的研究，木豆根系生长可持续至生殖生长的中后期，木豆开花后根系生长量基本接近于开花前的生长量。高产栽培时，开花后还应该施足够的肥料促进根系生长及籽粒灌浆。Pathak（1970）指出，木豆株型与其根系有密切关系，株型紧凑和植株较高的品种，其根系入土较深，横向分布相对集中；株型松散的矮生品种，其根系入土较浅，横向分布范围较宽广。

木豆根系与豇豆族根瘤菌共生，根瘤呈不规则形，彼此相连生于小侧根上。木豆根瘤大部分发生在二级根上，分布在约 30 cm 深的土壤层中。根瘤的形成和发育受土壤、季节与木豆品种类型的影响，一般在播种后 120 d 之内均有新的根瘤形成。木豆根瘤的固氮量一般为每季 42~90 kg/hm²。木豆根瘤及凋落物都具有很好的涵养水土、提高土壤肥力的作用。特别是高大的木豆品种具有主根粗壮、根系发达、速生快长、多年生的特点，在喀斯特地貌石