

云南林业科技推广丛书

# 辣木

邵则夏 撰写

云南省林业厅 编

2015年10月

## 《云南林业科技推广丛书》编委会

主任：冷 华

副主任：郭辉军 张林冲

编 委：赵晓东 胡志林 高 峻 文 彬  
施 彬 杨荣飞 付兆雯 顾培合

主 编：张林冲

副主编：刘昌芬

# 序

云南是全国的林业大省，森林资源丰富，雨量充沛，光照充足，林业发展空间广阔。随着我国西部大开发战略、云南“桥头堡”建设战略，“森林云南”建设的实施，以及集体林权制度改革的深入，极大地调动了广大林农参与林业建设的积极性和主动性，林业的生态效益、经济效益和社会效益日益显现，在国民经济和社会发展中发挥着不可替代的重要作用。但由于历史的诸多原因，林业科技服务体系还不够完善，科技水平亟待提高，科技推广还需要加强，大资源、小产业、低效益的局面尚未得到根本转变。因此，要准确把握现代林业发展趋势，转变林业发展方式，提高林农的科技素质，依托林地林木资源优势，大力培育林业支柱产业，推进山区综合开发，促进农村经济繁荣，实现由资源大省向绿色经济强省的跨越。

编印面向林农的科普读物——云南林业科技推广丛书，就是为了解决集体林使用权落实到千家万户后，部分群众兴林致富无门、科学技术落后、缺乏科普知识的问题。由省林业厅科教处、省老科协林业分会共同组织，针对广大林农发展林业的迫切要求，选择适宜我省发展，经济价值高，生产周期短，适生范围广，种植成效好，深受林农欢迎的部分优良树种，编辑出版通俗易懂、简明扼要、内容丰富的林业科技推广丛书，指导林农加快林业发展和脱贫致富奔小康的步伐。

丛书坚持从生产实践出发，理论联系实际，对每个树种都进行了较详细的介绍，内容全面，资料翔实，技术可行，有较强的科学性、技术性、针对性和实用性，对广大林农和生产企业有较好的指导作用，对技术人员和行政管理人员也有一定的参考价值。

云南省林业厅副厅长、研究员 郭辉军

2011年8月

## 前 言

云南是集边疆、民族、山区、贫因为一体的省份，国土面积中 94% 为山区，大多数少数民族及贫困群众都居住在山区，他们脱贫致富奔小康，希望在山，出路在林。所以，做好林业发展的大文章，既是当务之急，也是广大林农的殷切期盼。

科学技术是第一生产力，要发展生产、发展经济，必须依靠科技进步。靠山吃山，吃山还要养山。因此，必须树立科学发展观，用科学技术宣传群众，武装群众，指导生产。为此，云南省林业厅组织我们编写了为“三农”服务的《云南林业科技推广丛书》。书中每一个树种都从形态特征、利用价值、产地分布、适生环境、生长特点、苗木培育、种植技术、抚育管理、低产林改造、病虫害防治、加工利用等方面作了较详细介绍，以满足读者多方面的需要。

《丛书》的立足点是：面向生产，面向基层。读者主要对象为广大林农和第一线生产者。为使他们一看就懂、一学就会、一用就灵，所以在编写过程中，除力求科学、准确和实用外，还特别注重在表述中深入浅出、简明扼要、通俗易懂，甚至连计量单位都采用群众熟悉、习惯使用的中国传统计量表示方法，以使基层读者灵活应用。

《丛书》由云南省老科协林业分会组织具体编写，由于我们理论知识、实践经验有限，谬误之处难免，诚请读者批评指正。

编 者

2011 年 8 月

## 目 录

一、概述.....	5
二、生物学特性.....	8
1. 辣木引种云南生长情况及生长节律.....	9
2. 辣木的修剪反应.....	14
3. 辣木结实情况.....	15
三、利用价值.....	16
1. 辣木的营养成分.....	16
2. 辣木的抗营养成分.....	17
3. 辣木的医用.....	17
4. 在化妆品上应用.....	20
5. 净化水质.....	21
6. 辣木的其它价值.....	21
四、适生范围.....	22
五、苗木培育.....	26
1. 种子育苗.....	26
2. 组培快繁育苗.....	31
六、栽植技术.....	37
1. 种植园地的选择与规划.....	37
2. 整地与栽植.....	38
七、抚育管理.....	40
八、大棚栽培管理技术.....	41
1. 整地与定植.....	41
2. 整形修剪.....	42
3. 肥水管理.....	42
4. 温度管理.....	42
5. 采收、产量与品质.....	43
九、病虫害防治.....	43
十、加工利用.....	44
1. 辣木叶蛋白质提取.....	44
2. 辣木叶营养片加工.....	46

## 一、概述

辣木 (*Moringa oleifera* Lam. ) 又称鼓槌树、马萝卜、不死树、萝卜树等。为辣木科辣木属多年生多功能木本植物，仅 1 个属，全世界共有 14 种。辣木原产印度和西非，是一种多年生的木本树种。全世界有辣木 14 种，较经常食用的有 3 种：印度传统辣木 (*Moringa oleifera* Lam )、印度改良辣木 (PKM 1、PKM 2) 和非洲辣木 (*M. stenopetala*)。本书所论述的为印度传统辣木。辣木广泛分布在印度、埃及、菲律宾、斯里兰卡、泰国、马来西亚、巴基斯坦、新加坡、古巴、尼日利亚、坦桑尼亚。辣木叶片、果荚富含多种矿物质、维生素，作为蔬菜和食品有增进营养，食疗保健功能，也用于医药、工业等方面。据测定，辣木干叶粉所含的钙是牛奶的 4 倍，蛋白质是牛奶的 2 倍，钾是香蕉的 3 倍，铁是菠菜的 3 倍，维生素 C 是柑橘的 7 倍，维生素 A ( $\beta$  胡萝卜素) 是胡萝卜的 4 倍。它丰富的蛋白质、维生素及氨基酸，不但对素食者有极大的益处，而且对抗营养不良及提升免疫力也功效显著。在印度辣木常被用于传统医学的配方。辣木的叶、花、果可作为蔬菜直接食用，可以加工制作多种功能性营养保健品，也可开发作牛、羊、鸡等家畜、家禽饲料，种子可以提炼油脂。

辣木是近年来欧美新兴的一种保健植物 (食品)，号称高钙、高蛋白、高纤维、低脂质，并具有增强体力、治疗贫血、抑制疾病、驱除寄生虫等功效。美国的公益团体，美国教会协会的人道组织——基督教世界救济会，1977 年初资助塞内加尔推广种植辣木，利用辣

木叶粉作为孕、产妇、幼儿营养补充品，获得非常良好的成效。辣木是特色的外来资源植物，其营养成分丰富全面，一直被国内外专家和有识之士所推崇。2012年，国家食品安全局已批准辣木叶为新资源食品，可以预见，辣木将必然成为我国药食同源中的新成员。

印度是世界上最大的辣木生产国，栽培面积 57 万亩，每年约生产 110—130 万吨果荚。印度辣木主要栽培于南部各邦，如塔米尔纳邦、卡那塔卡、开瑞拉和安德哈普德西。在印度南部有 5.2 万人从事辣木栽培，当地辣木种植收益每亩达 100 美元，是经济效益最好的作物。目前，印度出口辣木果荚到亚洲、欧洲、西非国家，出口叶片到亚洲。辣木叶片干粉在美国销售价约 7.5 美元/磅（人民币 125 元/公斤）。

中国最早引种辣木是德宏，1898—1904 年间，从缅甸仰光引入的这株百年辣木已成为德宏无价树，据测定百年辣木的种子比印度引来的种子大，重量超过三分之一。台湾是我国较早引种辣木的地区，现种植面积 4.5 万亩。所种植的辣木均用于商业性开发，主要产品有辣木蔬菜、辣木叶粉、辣木茶和辣木籽。云南西双版纳热带作物研究所，于 20 世纪 60 年代初进行了辣木引种栽培试验。继后，中国林业科学院资源昆虫研究所也在元江、元阳等地开展了辣木的引种试验工作。

云南省林业科学院于 2004 年引入印度的两个辣木种源，育苗 1500 株，于当年 6 月定植于开远市林业科技发展有限公司的种植基地上，2005 年利用本地地产的种子培育出了幼树。2005 年，又从海南

引入 2 个辣木种源，印度 3 个种源和台湾 3 个种源，分别定植于思茅、瑞丽、开远、永仁、东川 5 个引种点。开远、东川、永仁三个干热区试验点，1 年生的辣木植株平均树高 3.8 米，地径粗 5.73 厘米，冠幅 1.4×1.3 米；瑞丽、翠云两个湿地区引种点，辣木植株平均树高 1.8 米，地径 2.23 厘米，冠幅 100×90 厘米。其干热区长势优于湿热区。在云南干热河谷区引种试验点，辣木能正常生长、开花、结实和繁育。

我国引种辣木的省份，除台湾、云南外，还有海南、福建、广东、广西、四川、湖南等省都出现了引种辣木的热潮。2010 年以来，已形成辣木种植基地（或种植点）的是四川成都（大棚种植）、双流、江油、绵阳、攀枝花，福建的厦门、石狮、泉州，广东的韶关、清远、佛山、中山，重庆、湖南、广西等省区。在云南的元江、元阳、元谋、临沧、德宏、西双版纳等地也有民营个体或民营集体种植。

### 辣木的市场与发展前景

在我国，随着人们生活节奏的加快和生活水平的提高，饮食结构不合理的问题十分突出。如人们饮食中普遍存在钙、铁、钾、维生素 A 等营养成分不足，人群中肥胖症、心血管病、癌症等慢性疾病发生率越来越高，且逐步向低龄化发展。据世界卫生组织（WHO）资料表明，中国肥胖症发病率为 15%，预计 10 年后可达 2 亿人；美国肥胖症发病率为 15%—20%，东欧和西太平洋某些国家高达 40%至 50%；肥胖导致糖尿病、高血压、心脏病和癌症等慢性病增加。发达国家癌症发生率达 25%，预计在 1998—2025 年间，糖尿病人增加 2 倍，达 3



亿人；全世界有 20 亿人口缺铁，8 亿人缺碘，2.5 亿人缺乏维生素 A。在云南，辣木除了作为一种新颖适口的热带蔬菜开发外，更重要的价值在于加工，开发出形式多样的功能食品或添加剂，以适应市场，获取较高的经济效益。

辣木全株都可以作为高蛋白动物饲料，我国对叶粉、草粉的需求量巨大，近年对绿叶粉、草粉动态价位综合分析表明，国内粗蛋白含量 15%绿草粉的价格 1200 元/吨，粗蛋白每升高一个百分点，价格相应提高 100 元，粗蛋白含量 19%的绿草粉，扣除各种成本后，每吨净利润 580 元左右，如果生产粗蛋白质含量 22%以上的草粉，则每吨利润 800 元。辣木叶粉蛋白质含量高，因此，开发优质绿色辣木叶粉前景十分广阔。

目前，城市饮用水处理主要是用硫酸铝等化学药品，过量食用对人体健康有不同程度的副作用，可引起阿耳茨海默氏病（或称老年性痴呆）。辣木活性凝结成分能除去水中 99%的细菌，处理后的饮用水没有副作用，是最有希望的天然凝聚剂。随着工业化的发展，工业废水处理剂有良好的市场前景。

## 二、生物学特性

辣木是速生树种，树龄可达 30 年，树高可达 12m，树干直径 20-40 厘米。辣木树干高 1.5-2 米时开始萌生主枝。主枝延伸无一定的规律性，所形成的树冠极像一把伞。在枝梢顶部交织成 2-3 排羽状复叶，长 20-70 厘米，小叶长 1-2 厘米，椭圆形，薄而柔软。花序圆锥形，

长 10-25 厘米，花白色或奶黄色，气味芳香，萼片 5 枚，花瓣 5 枚，瓣宽 2.5 厘米，雄蕊 5 与退化雌蕊 5。果荚三角圆筒形，长 20-70 厘米，绿色至紫色，干时 3 开裂，每荚果种子数 12-35 粒，每树每年可产种子 1.5-2.5 万粒。种子圆形、褐色，其上有 3 个纸质白翼，拨开外壳可见到乳白色的种仁。种子无后熟期和休眠期，可随采随播。

### 1. 辣木引种云南生长情况及生长节律

根据我们对从印度、缅甸、台湾和海南引种的 10 个辣木品种（或种源），在开远、东川、永仁、思茅、瑞丽 5 个试验点进行试种，结果表明，辣木用种子袋苗当年早春定植，总体呈持续生长状态，生长速度快，到 11 月初，随着温度的下降，生长速度逐渐减缓。2006 年 12 月 22 日，对引种的 10 个辣木品种生长量进行观测，观测地点开远，观测结果见表 2-1。

表 2-1 辣木生长情况观测表

品种	树高 /cm	干高 /cm	地径 /cm	冠幅 /cm	备注
Pnk1	350	45	8.67	150× 195	2004 年引自台湾
Pnk2	400	60	9.12	240× 185	2004 年引自台湾
台湾 1	310	30	8.54	100× 170	2005、2006 年从台湾引进
台湾 2	320	13	8.8	195× 175	

台湾 3	350	28	8.86	175× 245	
印度 1	380	20	9.63	178× 170	2005 年从印度引进
印度 2	410	30	9.72	185× 212	
印度 3	380	30	7.12	120× 100	
海南 1	390	35	5.88	115× 105	2004、2005 年春季种植实生 苗
海南 2	380	20	4.92	210× 125	

观测日期：2006 年 12 月 22 日      观测地点：开远

从表 2-1 可见，因得到种子有时间的差异，造成了育苗，种植时间的不同，因此，一年生辣木生长各品种（种源）间略有差异。但从实测的生长量来看，辣木种植当年各品种（种源）间生长量差异并不大。种植第 2 年开花结实，生长量明显趋缓。

在辣木各试验点，11 月初至次年 4 月中旬为半落叶期，生长量极小，其主要原因是低温和干旱。

**辣木生长节律**      2006 年在东川试验点，对当年定植的辣木进行生长量的连续观测。其高生长趋势如表 2-2、图 1。辣木地径粗生长趋势如表 2-3、图 2。

辣木定植后，呈持续生长状态，生长速度快。地径粗生长在后期增粗明显加快，高生长与粗生长基本呈线性相关，如图 3。辣木生长受温度的影响较为明显，日均温在 25℃ 左右生长速度较快，如图 4。

表 2-2 辣木高生长统计表

测定时间	一组	二组	三组	平均	增长量 /cm	温度 /°C
5月21日	11	18.3	8.2	15.8		28.8
6月1日	15.4	22.2	12.3	16.6	0.8	28.5
6月11日	25.2	28.7	20.3	24.7	8.1	26.1
6月21日	38.4	40.9	34.8	38.0	13.3	23.9
7月1日	50.0	54.9	47.3	50.7	12.7	24.2
7月11日	73.4	70.4	69.6	71.1	20.4	26.8
7月21日	108.0	109.0	102.8	106.6	35.5	27.4
8月1日	138.3	122.0	111.4	123.9	17.3	25.3
8月11日	171.0	140.2	127.1	146.1	22.2	24.5
8月21日	215.0	153.0	143.8	170.6	24.5	25.3
9月1日	223.0	164.3	159.4	182.2	11.6	21.7
9月11日	249.0	185.8	171.3	202.0	19.8	22.5
9月21日	274.0	197.5	195.6	222.4	20.4	23.6
10月1日	295.0	212.6	206.7	238.1	15.7	22.0
10月11日	305.0	236.7	224.9	255.5	17.4	20.7
10月21日	313.6	274.6	268.8	285.7	30.2	21.7
11月1日	324.4	290.8	283.7	299.6	13.9	16.1
11月11日	326.8	293.5	287.6	302.6	3.0	22.0

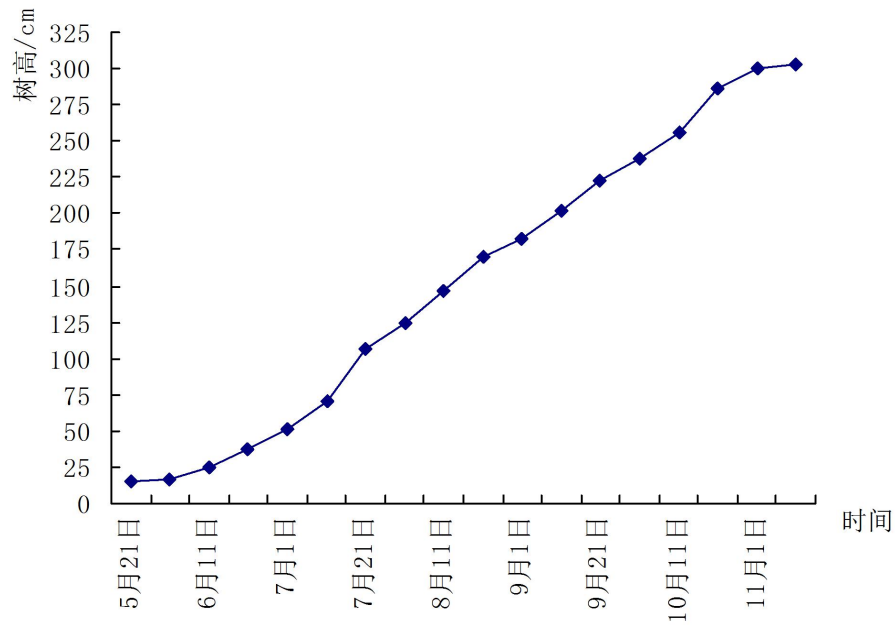


图1 辣木高生长趋势图

表 2-3 辣木地径生长统计表

单位: cm

测定时间	一组	二组	三组	平均	增长量
5月21日	0.6	0.3	0.3	0.4	
6月1日	0.7	0.4	0.4	0.5	0.1
6月11日	0.8	0.5	0.5	0.6	0.1
6月21日	0.9	0.9	0.6	0.8	0.2
7月1日	1.0	0.9	0.7	0.9	0.1
7月11日	1.4	1.2	0.9	1.2	0.3
7月21日	1.9	1.9	1.6	1.8	0.6
8月1日	2.3	2.2	2.2	2.2	0.4
8月11日	2.8	2.6	2.4	2.6	0.4
8月21日	3.4	3.0	2.7	3.0	0.4
9月1日	3.5	3.2	2.8	3.2	0.2
9月11日	4.1	3.3	3.0	3.5	0.3
9月21日	4.4	3.7	3.5	3.9	0.4
10月1日	4.6	4.2	3.9	4.2	0.3

10月11日	5.0	4.9	4.8	4.9	0.7
10月21日	6.0	5.8	5.7	5.8	0.9
11月1日	6.5	6.3	6.0	6.3	0.5
11月11日	6.6	6.4	6.2	6.4	0.1

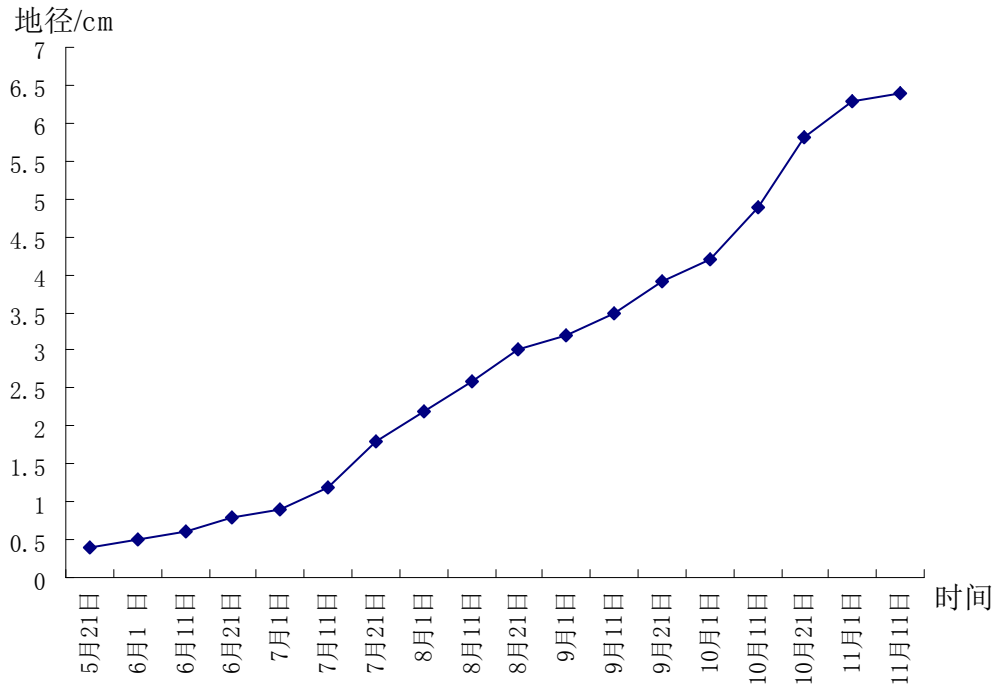


图2 辣木地径生长趋势图

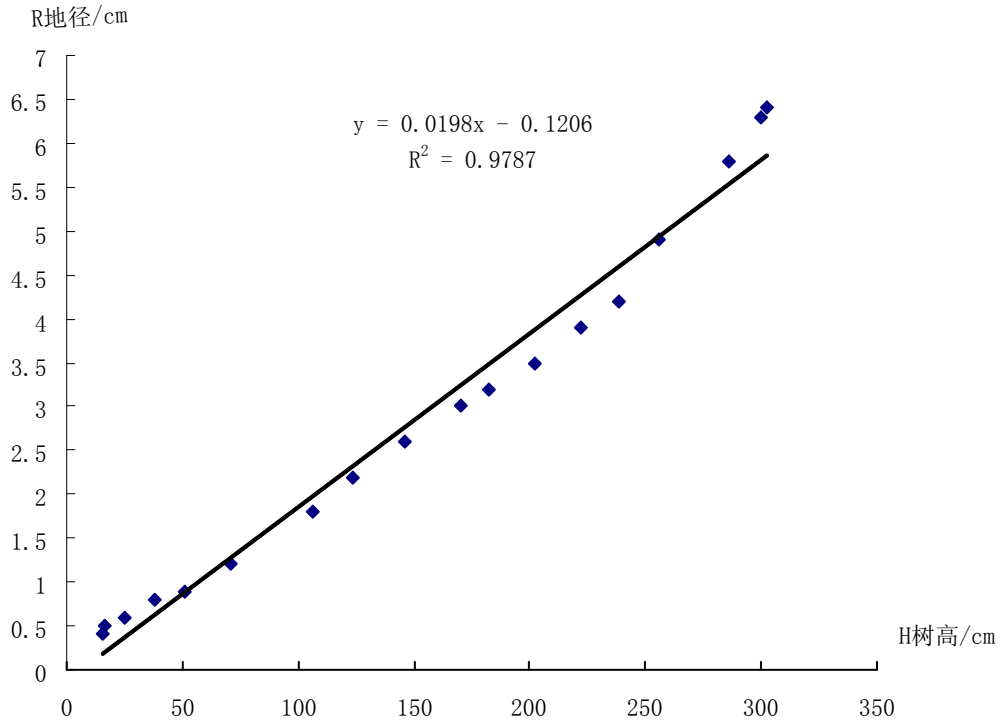


图3 辣木高生长与粗生长的相关关系

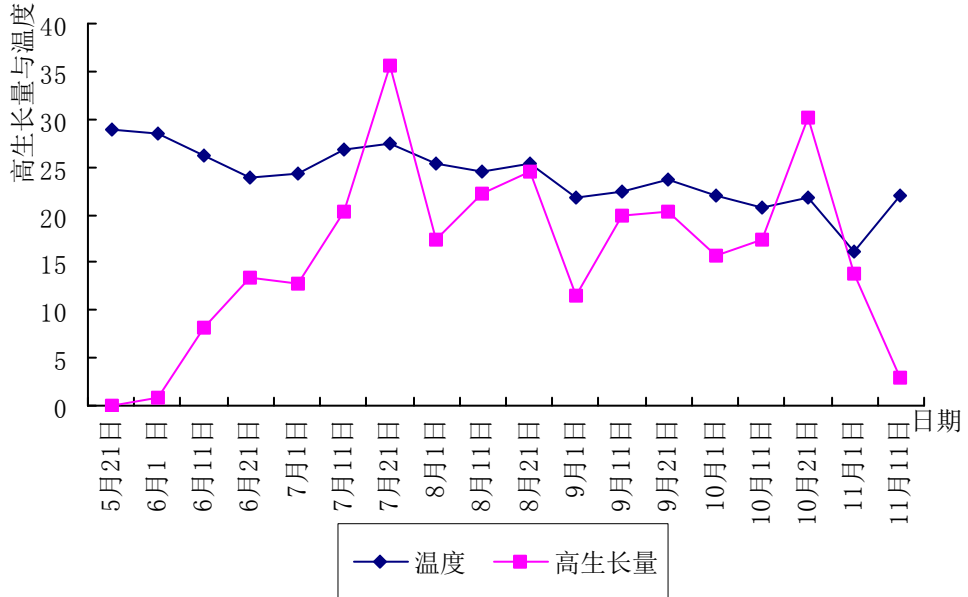


图4 温度与高生长量变化趋势图

## 2. 辣木的修剪反应

7月下旬，对辣木1年生的壮枝，采用不剪（对照）任其生长；

轻剪，剪除枝条长的 1/3；中剪，剪除枝条长的 1/2；重剪，剪除枝条长的 2/3；4 个处理，每处理重复 10 次。20 天后观测萌芽发枝数量，新枝生长情况。各种修剪处理后平均发枝情况如表 2-4。

表 2-4 不同修剪强度发枝情况统计表

枝长 修剪强度	发枝 数	>20cm	20—10cm	10—5cm
不剪	2	1	0	1
轻剪	3	1	2	1
中剪	5	3	1	1
重剪	6	4	1	1

从表 2-4 可见，辣木重剪、中剪发枝数量及抽生 20 厘米以上的长枝数量多，轻剪次之，不剪则发枝数量少。辣木修剪后形成 20 厘米左右的营养枝，可作为成品蔬菜。

### 3. 辣木结实情况

根据在东川、开远对自然生长的辣木进行观测，观测品种为引入的 10 种源，开花结实情况统计如表 2-5。

表 2-5 辣木开花结实情况统计表

品种 (种源)	开花时期 (定植后天数)	开花株 率%	结实 率%	果实生长期(开 花到种子成熟 天数)	备注
PKM-1	230	95	27	280	2004 年引自台湾
PKM-2	225	90	28	305	
台湾 1	255	80	11. 4	290	2005、2006 年从



台湾 2	240	83	12.8	300	台湾引进
台湾 3	240	88	9.8	290	
印度 1	250	87	12.3	280	
印度 2	255	89	15.2	280	2005 年从印度引
印度 3	245	88	10.6	300	进
海南 1	260	79	11.8	310	2004、2005 年春
海南 2	260	80	8.9	310	季种植实生苗

辣木基本是周年开花，即使在冬季半落叶的状态下，也正常开花结实。

### 三、利用价值

#### 1. 辣木的营养成分

据分析辣木每 100 克嫩叶中含钙 440 毫克、铁 7 毫克、磷 70 毫克、钾 259 毫克、维生素 B423 毫克和维生素 A6.8 毫克；嫩荚中分别相应的为 30 毫克、53 毫克、110 毫克、259 毫克、423 毫克和 0.1 毫克；叶片干粉分别为 2003 毫克、282 毫克、204 毫克、1324 毫克和 163 毫克（维生素 B 未测定）。辣木叶蛋白中除个别的硫氨基酸外的其它人体必须的氨基酸，均高于 FAO/WHO/UHO 对 2-5 岁儿童推荐的摄取标准高。很多发展中国家用辣木来改善儿童营养不良，每天服用 25 克叶片干粉，可摄取推荐标准的 42%蛋白质、125%钙、61%镁、41%钾、71%铁、272%维生素 A 和 22%维生素 C。3 岁以下的儿童，服用 2 个月后体重增重 1000~3500 克。辣木种子中含粗蛋白 32.5%、粗脂肪 31.3%、粗纤维 18.40%。辣木种子油含有约 13%饱和脂肪酸和 82%

不饱和脂肪酸，其中油酸含量高达 70%。

## 2. 辣木的抗营养成分

辣木叶中的抗营养成分(对人体有毒的物质)有皂苷和酚类物质。酚类物质的含量远低于使动物中毒的极限水平，而皂苷是惰性的。辣木种子和根皮中含生物碱。这种物质仅仅在大剂量的时候有强心、升高血压的作用，作用于交感神经末梢和全身各处的平滑肌，抑制血管中交感运动神经。由于这些有毒物质含量极少，在一般烹调加工中几乎被破坏掉，所以辣木完全可以放心食用的。现推荐辣木原产地人们传统的食用方法。可仿效食用，安全可靠。

叶片晒干或煮熟后食用；

茎部可煮汤食用；

根部去皮食用；

种子炒熟或煮熟，或泡水及发芽后食用芽苗等。

## 3. 辣木的医用

辣木有退热、消炎、排石、利尿、降压、止痛、强心、催欲等功效。传统的印度医药将辣木用于治疗糖尿病、高血压、心血管病、肥胖症、皮肤病、眼疾、免疫力底下、坏血病、贫血、佝偻、抑郁、关节炎、风湿、结石、消化器官肿瘤等疾病。大量的研究证明辣木的医疗保健功能：其叶片、果实和根含有降低血压和降低胆固醇的功能成分；辣木叶能分别降低高脂鼠的血清、肝脏和肾脏中的胆固醇 14.35%，

6.40%和10.09%，并增加15.22%血清蛋白；根部所含的生物碱能明显地改变小鼠血尿素、血浆蛋白质、胆红素和胆固醇；叶片含有调节甲状腺素、肝脂过氧化作用（LPO）的超氧化物歧化酶（SOD）和过氧化氢酶（CAT）。低剂量的叶片提取物能调节甲状腺机能亢进；动物试验表明，叶片提取物可降低25%的胆固醇。辣木叶片含有丰富的维生素A，可用于治疗维生素A缺乏症的临床症状，血清中维生素A含量明显增加。辣木种子中的4-苯甲基异硫氰酸盐、β-谷甾醇-3-O-β-D-吡喃葡萄糖苷和辣木叶片中的硫代氨基甲酸盐均对爱泼斯坦巴瑞病毒有明显的抑制作用，硫氨基酸脂能抑制肿瘤细胞生长。

辣木根的制剂被用来治疗瘫痪病、间歇性发烧，慢性风湿病，神经失常、眼花、肠道痉挛病、瘰病和肠胃气胀，还有避孕作用。辣木树枝可以作壮阳药物；果实可用来治疗肝脏、脾脏、经脉等特殊部位的疾病和破伤风，从种子中提取的油可用作治疗风湿病的外用药物；辣木叶有治疗忧郁症的功效；叶片和豆荚中的一些成分有降压作用。

### 辣木与慢性病

#### ①糖尿病

在印度用辣木子油治疗糖尿病，塞内加尔和西非地区用辣木叶治疗糖尿病。塞内加尔的一位糖尿病患者，三年来每天定时饮用辣木叶茶以控制血糖，不服药物，获得了良好的效果。据试验，辣木叶水萃液有降低血糖的效果，能在3小时之内降低血糖浓度。世界知识产权组织用辣木叶的萃取物装在胶囊内，每粒2.08克，连服8天可以缓解糖尿病的症状。可见对辣木叶中治疗糖尿病的成分应用已进入系统

提纯、配方的阶段。

## ②骨质疏松

据研究，人成年之前的骨质生成多于破坏，骨质会不断积累在骨骼，而 35 岁到 40 岁时骨骼密度达到最高，此后骨质生成的速度小于流失的速度。女性停经（约在 45 岁至 50 岁时）后的 5—10 年，骨质流失速度加速至每年约为 0.5%至 1%，男性老年期流失全部骨质的 20%至 30%，而女性则可能高达 40%至 50%。

骨骼的主要成分是羟基磷灰石，分子式： $3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{Ca}(\text{OH})_2$ ，其中钙/磷莫尔比是 10：6，重量比 2.2：1。从钙/磷比的观点来看，辣木叶是目前最理想的补钙食品，钙/磷比 3.42，约为牛奶的 3 倍。且辣木叶所含钙的生理活性要高于牛乳的钙质。成年人每日食用一份辣木叶菜肴，或者每天吃几匙辣木叶粉，就可以避免骨质疏松症发生。

## ③高血压

辣木叶含钾量高，有助于拮抗高钠饮食，高钠饮食会导致高血压。

在印度和海地，辣木叶被利用治疗高血压。而辣木叶除了含钾量高之外，还具有多种降低血压功效的特殊成分。动物试验发现，辣木茎皮的水萃液能降低狗的血压。

## ④消炎 预防感染

辣木是高钙植物，还含有维生素 A，摄取充分的钙和维生素 A，能提高人体对疾病的免疫力，特别是感冒之类的感染性疾病。在塞内加尔发现，在乳粉中添加辣木叶粉时，婴幼儿感染疾病的次数明显减少。

在日常生活中，对一些小型外伤，用辣木根提取的辣木素，浓度 0.5—3ug/cc，能抑制格兰氏阳性菌和格兰氏阴性菌的生长，包括金黄色脓球菌、枯草杆菌、大肠杆菌、绿脓杆菌、痢疾杆菌、草分枝杆菌、肺结核球菌。更高浓度 7—10ug/cc，还可抑制黴菌的生长。

辣木叶的甲醇、乙醚或三氯甲烷的萃取物，对皮癣菌有很好的抑制作用。

巴基斯坦从辣木叶中分离、纯化出三种水溶性小分子量蛋白质，对多种细菌和真菌有抑制效果，包括大肠杆菌、克雷氏产气杆菌、克雷氏肺炎杆菌、金黄葡萄球菌、枯草杆菌、黑黴菌、黄麴菌以及青黴菌。

#### ⑤抗病毒 抗肿瘤

印度传统医学用辣木根制剂治疗水泡、溃疡和肿瘤；用种子制剂治疗腹部肿瘤和缓解风湿引起的疼痛和发炎。口服种子煎汁可以治疗足部水肿。在南非和马拉威用辣木叶粉作为 5 岁以下儿童和艾滋病患者的营养品。

## 4. 在化妆品上应用

美国专利第 65000470 号，介绍一种从辣木种子萃取的蛋白质成分制剂，可用于皮肤、嘴唇、指甲及头发的保养用品，功能为提供水分，避免干燥、抗皱纹和抗污染。

## 5. 净化水质

在印度普遍使用辣木种子处理饮用水，只一粒辣木种子就可以将 2 公斤夹带泥沙的河水澄清，澄清的速度和明矾一样快，对悬浮物的除去率超过 90%，汛期的河水大肠杆菌含量约在 16000-18000 个/100 毫升左右，澄清后大肠杆菌的去除率接近 99%。大量的研究证实，辣木种子含有天然的凝聚成分，凝聚效果比传统的水提取物更好，而且在低混浊度时不产生可溶性有机碳。美国专利第 51217088 号，介绍一种不用化学品，无污染的有机农场体系，在此体系中用辣木种子粉、湿地植物和藻类，可以把畜牧场的排放水净化到可以饮用的程度。

## 6. 辣木的其它价值

辣木具有优良的营养特性，叶子含有丰富的蛋白质、胡萝卜素、铁和维生素类，荚果中富含赖氨酸，适宜作家畜饲料。辣木叶汁中含玉米素（N-异戊烯腺嘌呤）等活性物质，为细胞分裂素类，用于叶面喷施能促进植物健康生长，增强抗病虫害能力，还能促进结果，增大果实，可使洋葱、柿子椒、大豆、玉米、咖啡、茶叶、辣椒、西瓜等多种作物增产 25%—30%。辣木叶汁对作物的叶面喷洒，可以与其它的施肥、灌溉等管理活动结合进行。辣木中所含的辣木素和凤尾辣木素有明显的杀菌作用，可开发成天然清洁剂和生物农药，而废弃的残渣可作为土壤改良剂和有机肥。冷榨的辣木油中含有天然的抗氧化物质，辣木油具有非常稳定不易腐败的特性，是食品、化妆品、香料、防腐剂和润滑油等优良原料。

#### 四、适生范围

辣木原产亚洲和非洲的热带地区，我国引种适合栽培的地区为中国的热带和南亚热带。我国的热带分为北热带、中热带和南热带；我国的亚热带分为北亚热带、中亚热带和南亚热带。分带的热量和温度指标如表 4-1。

根据表 4-1 的划分指标，我国的热带和南亚热带的北界，由东至西大致位于福建泉州—永春—华安—尤岩，广东蕉岭—和平—曲江—连山南部，广西贺县中部—象州—鹿寨—东兰—田林，云南广南东—富宁—开远—华宁—双柏—南涧—腾冲—线。即包括台湾全省、福建南部、广东大部、广西中南部、云南南部和西南部、海南省，以及四川、云南交界处的金沙江干热河谷地带、贵州西南部的红水河南和北盘江河谷地带。

表 4-1 我国华南及西南气候带划分指标

气候带（地区）		日均温 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 期间		最冷月平均 气温（ $^{\circ}\text{C}$ ）	年极端最低气温 （ $^{\circ}\text{C}$ ）
		积温	日数		
中亚热带	华南	5500—6500	250—285	5—10	
	西南	5000—6000	240—290	4—10	-10—-2
南亚热带	华南	6500—8000	285—360	5—10	
	北区	6500—7500	285—320	10—12	
	南区	7500—8000	320—360	12—15	
	西南		290—360	10—15	-2—2
北热带	华南	8000—9000	360—365	15—20	
	（边缘热带）（西南）	$> 7500$	$> 360$	15—19	2—6

中热带	(华南)	9000—10000	365	20—26	
南热带	(华南)	>10000	365	>26	

南亚热带南区与北区分界线，大致沿福建“东山—漳州—南靖—云霄”，广东“潮州—普宁—惠州—花都—肇庆”，广西“容县—合浦—南宁—百色—大新一龙州”一线。

南亚热带与热带分界线，东端位于台湾南部，中段位于广东雷州半岛北部，西段分散于云南南部海拔在 300 米（东部）至 750 米（西部）的低热河谷地的等高线上。

热带区包括雷州半岛、海南、西沙和南沙。云南气候主要受水平地带和垂直地带性的影响，大致海拔在 300—700 米以下各地属热区，分布于六大江河流域较低的河谷、平坝和山地，且多沿江河谷地呈树枝状向上伸延。划在热区以外（北）的某些县市，也有一些具有热区气候类型零星的小环境，如云南中北部的泸西、玉溪、楚雄等数十个县，金沙江河谷流域的四川省金阳等县，贵州南部的贞丰等县，有小面积的热区。

从我国台湾、云南、海南、福建、广东、广西、四川、湖南等地引种辣木的实践来看，辣木适宜种植区是我国的热带地区，在南亚热带地区年极端最低气温 $-2^{\circ}\text{C}$ — $2^{\circ}\text{C}$ ，辣木仍易受冻害，需要注意保护。中亚热带地区年极端最低所温 $-10^{\circ}\text{C}$ — $-2^{\circ}\text{C}$ ，辣木冬季越冬易受冻害，不宜大面积露天栽培。

辣木种植地的选择，不仅要关注年平均温度，还要看年极端最低气温，有霜日数，冻害等气象指标。例如，我们引种的辣木在云南开远种植，该地年平均气温  $19.7^{\circ}\text{C}$ ，大于南亚热带适宜辣木种植的年



平均气温 18℃。开远 1—3 月和 10—12 月各月平均温度不到 20℃。露地栽培辣木,几乎每年都遭受不同程度的冻害。菜用辣木大棚栽培,嫩茎叶的采收期 10 个月,而露地作蔬菜栽培的辣木,采收期为 6 个月。如果辣木的种植地再往高纬度(往北)推移,辣木年生长期缩短,生物量降低,种植效益将大大减少。

辣木在干热地区的生长发育,大大优于湿热地区。因此,我们认为,辣木最适宜在海拔 1200 米以下的干热河谷地区栽培,尤其是海拔 800 米以下的干热地区是辣木的最佳适生环境。

云南元江、怒江、金沙江、澜沧江 4 大江河下游的干热河谷区,四川境内滇川共有金沙江干热河谷。滇川干热河谷的县份如表 4—2。

表 4—2 滇川干热河谷分布的县份

省名	大江河谷名	干热河谷县份
云南省	元江干热河谷	蒙自、红河、元阳、个旧、建水、石屏、元江、双柏、景东、楚雄、易门、南涧
云南省	怒江干热河谷	泸水、保山、龙陵、施甸、永德、镇康
云南省	金沙江干热河谷	永善、巧家、会泽、东川、禄劝、武定、元谋、永仁、华坪、永胜、大姚、宾川
四川省	金沙江干热河谷	金阳、宁南、会东、会理、攀枝花、米易、盐边
云南省	澜沧江干热河谷	南涧、凤庆、昌宁、永平、保山

元江干热河谷,位于云南高原的中南部,东南走向。河谷深陷。元江河谷底部上游海拔 1000—1200 米,下游 300—600 米。

怒江干热河谷位于云南西部,南北走向,河谷深陷。谷底北高南低,北部中上游海拔 700—900 米,中下游底高 500—700 米。

金沙江干热河谷位于该大江的中下游，主流经过的大部份江段成为云南与四川的天然分界。河谷底部海拔 700—1500 米。

澜沧江干热河谷仅分布于中游南涧县与凤庆县之间的主流两侧山地，河谷东南走向、深陷，河谷底部海拔 1000 米左右。

#### 干热河谷的自然条件

云南的元江、怒江、金沙江和澜沧江干热江段河谷山地，典型江段元江坝的元江河谷和金沙江元谋的龙江河谷。怒江和澜沧江的干热河谷仅分布在部分江段上，而且带有半干热的特征。干热河谷全年蒸发量为降水量的 3—6 倍，年均  $>10^{\circ}\text{C}$  积温  $7000^{\circ}\text{C}$ ，半干热河谷的蒸发量为降水量的 1—3 倍，年均  $>10^{\circ}\text{C}$  积温  $5500—7000^{\circ}\text{C}$ 。元江干热河谷与元谋干热河谷的气候特征见表 4—3。

表 4—3 元江干热河谷与元谋干热河谷的气候指标

气候指标	元江干热河谷	元谋干热河谷
年均总辐射量 (千卡/年·厘米 <sup>2</sup> )	128	150
年均日照时数 (小时)	2261.7	2670.4
年均温 ( $^{\circ}\text{C}$ )	23.7	21.8
最冷月均温 ( $^{\circ}\text{C}$ )	16.7 (1月)	14.5 (12月)
极端最低气温 ( $^{\circ}\text{C}$ )	2.8	-0.1
年均 $>10^{\circ}\text{C}$ 均温 ( $^{\circ}\text{C}$ )	8708.9	7996.1
年均霜日 (天)	0.7	2
年均降水量 (毫米)	805.1	634.0
年均蒸发量 (毫米)	2750.9	3847.1
年均蒸发量与降水量之比	3.4	6.1
年均相对湿度 (%)	69	54
雨季与干季降水量之比	81/19	92/8

从上表 4—3 可见，两地的年均总辐射为 128—150 千卡/年·厘米<sup>2</sup>，年均日照时数 2261.7—2670.4 小时，年均温 21℃—23℃，最冷月月均温 14℃—16℃， $\geq 10^{\circ}\text{C}$  年均温 7900℃—8700℃，年均降水量 600—800 毫米，年均蒸发量 2700—3800 毫米，其蒸发量为降水量的 3—6 倍，降水期集中，年降水量 80%—90% 集中于雨季，干季更加干旱。

云南元江干热河谷和元谋干热河谷，太阳年总辐射量高，日照时间长，空气干燥，空气相对湿度低，昼夜温差大，辣木植株光合效率高，夜间温度低，呼吸消耗少，有利于辣木的生长发育和营养物质的积累，辣木生长量大，质量好，是种植辣木的良好地区。

## 五、苗木培育

### 1. 种子育苗

#### (1) 种子来源

辣木的种子来源于海南省辣木种植基地。2004 年采收，自然风干，将干燥的种子贮藏在阴凉干燥的地方。经对种子品质检验，种子百粒重为 21.8 克，种实饱满，无病虫害，无霉变，品质优良，纯度高。

#### (2) 种子发芽试验

采用洁净的河沙作播种基质，播种容器为育苗盘，将种子播种于育苗盘中。播种前对辣木种子进行精选，河沙用 200℃ 高温消毒 2

小时，自然冷却后备用。辣木种子用 25℃温水浸泡 30 小时，中间换水 1 次，种子充分吸水膨胀后捞出备用。

发芽试验采用 20℃、25℃、30℃、35℃4 种温度处理，每处理播种 100 粒，重复 4 次。播种深度 2 厘米，播后用喷壶浇透水，将育苗盘分别置入调好温度的 LRH-250-GS 型号（广东省环境保护仪器设备厂生产）人工气候培养箱，培养时间 30 天。培养期间保持河沙最大持水量的 50%。从播种后第 2 天起，每天早晨检查一次发芽情况，并记录发芽数，计算发芽势、发芽率和出苗比率。其计算公式为：

$$\text{发芽势 (\%)} = \frac{\text{10 天内发芽的种子数}}{\text{供试种子总}} \times 100$$

$$\text{发芽率 (\%)} = \frac{\text{发芽种子总数}}{\text{供试种子总数}} \times 100$$

$$\text{出苗比率 (\%)} = \frac{\text{某一段时间的出苗数}}{\text{总出苗数}} \times 100$$

### (3) 温度对辣木种子发芽的影响

在不同的温度条件下，辣木种子的发芽率变化很大，最高的达 82%，最低 34%。经方差分析，不同温度间辣木种子的发芽情况差异极为显著（表 5-1）。说明温度对辣木种子萌发有极显著的影响。

表 5-1 温度对辣木种子发芽势及发芽率的影响

温度	20℃	25℃	30℃	35℃	F 检测, 概率
发芽势/%	30±3.1	68±5.4	48±4.1	28±2.8	F=87.711*** p<0.001
发芽率/%	82±5.2	72±7.1	52±4.8	34±3.5	F=64.715*** p<0.001

试验表明，辣木种子的发芽随着温度的升高逐渐降低。20℃时发芽率最高为82%，25℃时发芽率为72%，30℃发芽率为52%，35℃发芽率最低为34%。

发芽势是检测种子质量的指标，发芽势强、发芽率高，则出苗快而整齐；发芽势弱、发芽率低，则预示出苗不整齐，弱苗多。由表5-1可以看出，不同温度辣木种子的发芽势差异极显著。其中25℃发芽势高达68%，其次为30℃时发芽势为48%，35℃时发芽势为28%。

#### (4) 温度对辣木出苗时间的影响

在不同的温度条件下，对辣木出苗时间的影响如表5-2。

表5-2 不同温度对辣木种子出苗时间的影响

天数	20℃		25℃		30℃		35℃	
	出苗数 /株	出苗率 /%	出苗数 /株	出苗率 /%	出苗数 /株	出苗率 /%	出苗数 /株	出苗率 /%
1~5	0	0	0	0	38	73.1	5	14.7
6~10	30	36.6	68	94.4	10	19.2	26	76.5
11~15	46	56.1	4	5.6	4	7.7	3	17.6
16~20	6	7.3	0	0	0	0	0	0
20天以后	0	0	0	0	0	0	0	0
出苗总数	82		72		52		34	

由表5-2可以看出，在不同温度条件下的辣木种子都有一个相对集中的出苗期。20℃时辣木的出苗期集中在播种后6~15天，在这个时期出土的苗木占总出苗数的92.7%；25℃时出苗期集中在播种后6~10天，占总出苗数的94.4%；30℃出苗集中在1—10天，占出苗总数的92.3%；35℃时出苗期集中在播种后的6~10天，占总出苗数

的 76.5%。由此可见，在 25℃时辣木出苗期集中、整齐，且出苗率高。20℃时出苗时间相对长一些，但出苗率最高。在以上两个温度条件下，苗木粗壮，叶色浓绿，移栽成活率高。30℃和 35℃时，辣木种子出苗很快，播种后第 4 天开始出苗，出苗集中在播种后 10 天内，15 天后停止出苗，但在这两个温度条件下辣木出苗率低，幼苗纤弱、细长，叶色黄绿，移栽后成活率低。

### (5) 70 天辣木容器袋苗分级标准

辣木种子播种的容器袋苗，苗木生长呈持续态势。我们对播种后 70 天的辣木容器苗，随机抽样测定 170 株。其单株间地径、根系生长差异不大，地径 0.3~0.4 厘米，肉质主根长 2 厘米左右，侧根很少。故苗木的分级以苗高为依据。170 株辣木苗的苗高如表 5-3，平均高 29.05 厘米，标准差为 6.19 厘米。按测定的苗高数据将其划分为 5 个等级，如表 5-4，进行正态分布检验。苗高的正态分布范围如图 5-1。

表 5-3 170 株辣木苗高生长量

单位: cm									
33	40	29	26	35	31	41	29	32	30
26	23	26	33	21	43	27	22	23	29
39	31	23	44	34	30	25	25	26	33
28	33	30	38	28	29	24	24	29	21
37	37	25	32	23	28	31	27	28	23
20	26	22	30	24	30	34	25	31	36
31	29	24	38	28	40	32	33	27	24
32	24	26	20	26	32	29	30	20	21
44	20	18	34	26	24	30	25	24	18
30	35	30	22	39	35	38	22	21	29
24	20	32	32	34	26	22	27	27	45
23	24	23	29	30	27	42	28	28	16
26	31	25	25	29	28	25	26	29	27
25	15	27	26	27	21	27	30	43	25

19	19	34	41	28	36	26	24	27	16
33	34	35	36	37	38	39	35	34	36
29	33	34	27	36	35	22	35	34	38
N =170		平均值= 29.05		标准差=6.19					

表 5-4 70 天辣木袋苗正态分布检验表

等级（厘米）	组中值	样本数	理论值	比例%	累计次数	累计比例%
15~21（等外）	18	12	13.39	7.06	12	7.06
21~27cm(3级)	24	52	47.14	30.59	64	37.65
27~33cm(2级)	30	57	64.93	33.53	121	71.18
33~39cm(1级)	36	36	34.99	21.18	157	92.35
39~45cm(超级)	42	13	7.37	7.65	170	100

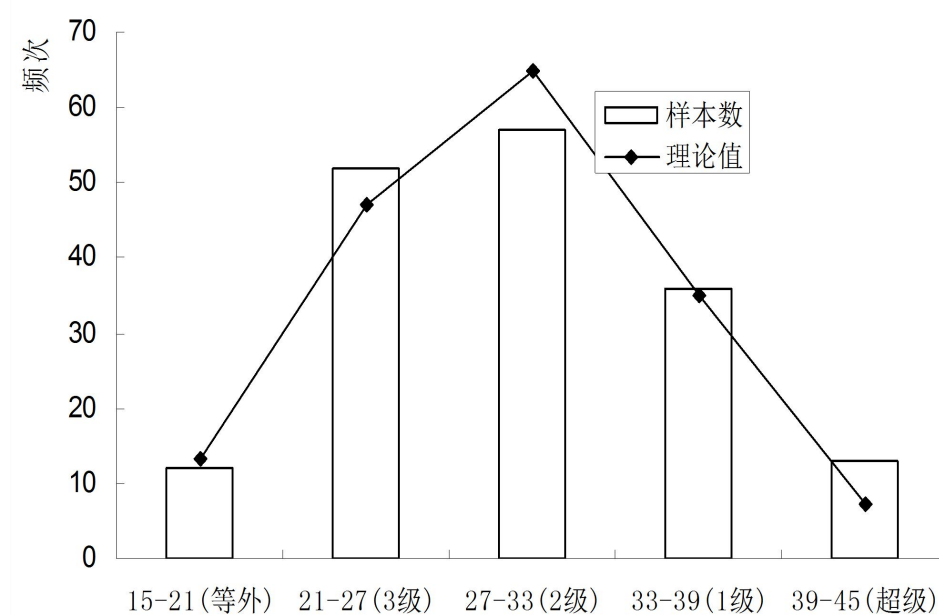


图 5-1 苗高正态分布图

根据国家林木的分级标准其分级如下：

超级苗	苗高平均数加 2 个标准差	苗高： 41.43
1 级苗	苗高平均数加 1 个标准差	苗高： 35.24

2 级苗	苗高平均数加 0.5 个标准差	苗高：32.15
3 级苗	苗高平均数减 1 个标准差	苗高：22.86
等外级苗	苗高小于 3 级标准苗	苗高 < 22.86

说明表 5-4 的分级标准是符合国家林木级标准的，因此可将辣木袋苗的分级定为：超级苗高：39~45cm，1 级苗高：33~39cm，2 级苗高：27~33cm，3 级苗高：21~27cm，等外级苗高：15~21cm。

## 2. 组培快繁育苗

### (1) 外植体预处理

采用当年采集的饱满无皱缩的种子，去掉纸质白翼，用清水洗涤干净后，用 15% 的双氧水浸泡种子 6~8 个小时，捞出待用。

### (2) 消毒剂选择与外植体处理

用 0.1% 升汞 30min、0.2% 升汞 20min、漂白粉 20min、75% 酒精 0.5min+0.1% 升汞 25min、高锰酸钾 25min 不同的消毒剂，统计其结果。15min、25min、40min、60min、80min 对种子进行消毒，探索种子消毒较理想的时间范围。消毒完成后，将种子置于无菌操作台上，用无菌水冲洗 4~5 次，每次 5min，用干燥的无菌滤纸吸干种子表面的水分待用。

不同消毒时间处理结果如表 5-5。

表 5-5 不同消毒方法的消毒效果

消毒剂	消毒时间 /min	污染率 /%	发芽率 /%	死亡率 /%
0.1% 升汞	30	11.8	79.4	8.8



0.2%升汞	20	11.4	57.1	31.5
漂白粉	20	53.3	36.7	10.0
75%酒精+0.1%汞	0.5+25	9.4	40.6	50.0
高锰酸钾	25	38.9	41.7	19.4

从上表可知，5种消毒方法最适宜的消毒剂为0.1%升汞，消毒效果较好。

表 5-6 0.1%升汞不同时间的消毒效果

处理时间 (min)	指 标			
	平均污染率/%	平均无菌率/%	平均死亡率/%	平均发芽率/%
15	43.5	56.5	5.0	51.5
25	16.4	83.6	5.3	78.9
40	15.8	84.2	13.9	70.3
60	15.4	84.6	25.7	58.9
80	12.5	87.5	51.0	36.5

从上表可知，随着消毒时间的延长，污染率逐渐降低，死亡率逐渐增加，80min时已杀死一半以上的种子；25min和40min消毒时间效果较理想，发芽率分别为78.9%和70.3%。故选择0.1%升汞消毒25—40min。

### (3) 辣木组培苗培育常用的植物生长调节剂

辣木组培苗常用的植物生长调节剂如表 5-7。可参考使用。

表 5-7 辣木组培苗常用的生长调节剂

名称	英文简称	半致死量	法定允许量
----	------	------	-------

		毫克/公斤	国别	毫克/公斤
吲哚乙酸	IAA	150	—	—
吲哚丁酸	IBA	100	—	—
萘乙酸	NAA	1000—5900	美	1
细胞分裂素	BA	1690	美	
细胞分裂	KT	—		
附：链霉素	SM		美	0.25
			墨	0.25

注：本表主要依据《中国果树栽培学》摘编。

#### (4) 不同生长调节剂对辣木初代组培的诱导效果

将辣木种子发芽得到的无菌苗，剪成两截接种在诱导培养基上，15天后观察诱导情况（见表5-8）。

表5-8 6-BA、NAA、KT对诱导辣木不定芽的影响

分裂素种类	浓度毫克/升	样本数个	发生丛芽外植体数个	出芽总数个	平均增殖倍数	平均芽长厘米
6-BA	0.2	33	31	46	1.48	0.36
6-BA	0.5	32	32	155	4.84	0.25
6-BA	0.8	34	34	185	5.44	0.17
NAA	0.2	34	30	88	2.93	0.33
NAA	0.5	31	25	49	1.96	0.34
NAA	0.8	32	23	25	1.09	0.59
KT	0.2	30	28	58	2.07	0.31
KT	0.5	32	29	46	1.59	0.49
KT	0.8	34	30	31	1.03	0.52

注：样本数=接种外植体数-污染数

芽增殖倍数=出芽总数-发芽数

由表5-8可知，随着6BA浓度的提高，其平均增殖倍数也逐渐提

高，到 0.8 毫克/升时达到最高 5.44 倍；随着 NAA 浓度的提高，增殖系数却逐渐降低，最高时也不足 3 倍；KT 随着浓度的提高，芽的增殖系数也逐渐降低。可以初步得出结论，6BA 诱导辣木不定芽的效果优于 NAA 和 KT 的诱导效果。

#### (5) 生长调节剂配比对培养物诱导分化的影响

辣木茎段在四种培养基上培养，15 天后可观察到茎段基部膨大，出现少量的愈伤组织，有许多侧芽和丛生芽，其结果见表 5-9。从表 5-9 可见，4 种培养基均能诱导出不定芽，其中处理 B 出芽率为最高 84.2%，处理 C 最低 50.4%，而 A、D 两个处理分别为 73.5%和 64.3%，经统计分析可知，4 个处理之间的差异有统计学意义。可以看出，在没有 NAA 的情况下，出芽率最高，所增殖的倍数也越大。因此，较好的培养基为 MS+6-BA0.1 毫克/升+KT0.5 毫克/升+蔗糖 30 克/升+琼脂 6 克/升。

表 5-9 不同生长调节剂配比对诱导不定芽的影响

处理	15 天后的出芽率/%	所繁殖的倍数
A	73.5 (b)	3
B	84.2 (a*)	5
C	50.4 (d)	2
D	64.3 (c)	4

注：括号内小写字母表示多重比较差异结果。

#### (6) 不同植物调节剂对辣木继代培养的诱导效果

初代培养得到不定芽在培养室内进行观察，部分出现了芽分化，产生许多侧芽和丛生芽。统计其平均增殖倍数和平均芽长（见表 5-10 和表 5-11）。

表 5-10 6-BA、NAA 和 KT 对辣木增殖的影响

分裂素种类	浓度(毫克/升)	平均增殖倍数	平均芽长(厘米)
6-BA	0.2	3.06	0.62
6-BA	0.5	3.33	0.36
6-BA	0.8	4.40	0.31
NAA	0.2	3.60	0.29
NAA	0.5	2.14	0.32
NAA	0.8	1.45	0.35
KT	0.2	2.56	0.14
KT	0.5	1.63	0.18
KT	0.8	2.33	0.15

表 5-11 生长调节剂对比对辣木增殖的影响

处理	愈伤组织生长情况	芽、丛芽生长情况	丛芽繁殖系数
A	基部肿大，愈伤组织明显	芽生长不明显，丛芽不明显	2.5
B	基部略肿大，愈伤组织极少	芽生长不明显，丛芽明显	4.8
C	基部略肿大，愈伤组织明显	芽生长不明显，丛芽不明显	2.4
D	基部肿大，愈伤组织明显	芽生长不明显，丛芽明显	3.6

从表 5-10 可看出，随着 6-BA 浓度提高，辣木苗增殖系数逐渐提高，芽长却逐渐减短，浓度 0.8 毫克/升芽平均增殖倍数最高，为 4.4 倍；NAA 随着浓度提高芽增殖系数逐渐降低，浓度 0.8 毫克/升时最低，平均为 1.45，芽的长度差异不大；KT 随着浓度的提高芽的增殖系数是先降低后升高，呈 V 字形，平均芽长差异很小。说明 6-BA 对诱导辣木不定芽的效果是比较好的。优于 NAA 和 KT 的诱导效果相对差些，但 NAA 浓度 0.2 毫克/升效果不错，平均增殖倍数 3.6。

在培养过程中发现，外植体基部易产生愈伤组织，影响芽苗生长。通过不同生长调节剂对比实验，得出结论：适合辣木继代培养的培养基组合是 MS+6-BA0.1 毫克/升+KT0.5 毫克/升+蔗糖 30 克/升+琼脂 6 克/升。

### (7) IBA 对辣木小苗生根的影响

把辣木小苗接种到生根培养基上培养 15 天观察，发现不同浓度 IBA 均能诱导生根（见表 5-12），其生根率随着 IBA 浓度的增加而增加，但增加到一定的浓度后开始下降，当 IBA 浓度为 0.1 毫克/升时，生根率最高，达到 98%。所生根系为白色，粗壮，须根 4—5 条；当 IBA 浓度为 0.5 毫克/升时，生根率虽低，但须根数量多，平均须根达 7 条以上。

表 5-12 IBA 不同浓度对辣木生根的影响

IBA 处理	平均生根率 (%)	平均根数 (条)	平均根长 (厘米)
对照 (不用药)	80	4.6	1.6
0.05 毫克/升	82	5.9	1.8
0.1 毫克/升	98	4.8	2.0
0.2 毫克/升	85	2.5	1.8
0.5 毫克/升	81	7.2	1.1

### (8) 炼苗移栽

生根瓶苗经过炼苗 1~2 周后，移栽到不同基质中，常规管理，30 天后统计成活率（见表 5-13）。

表 5-13 移栽基质对辣木试管苗成活率的影响

栽培基质	栽植株数	成活株数	成活率 %
红壤	60	20	33.3
土: 砂=1: 1	60	34	56.7
土: 砂=1: 3	60	48	80.0
混合基质	60	44	73.3

以上移栽基质需要消毒处理，移栽前喷 50% 多菌灵可湿性粉剂

1000 倍液，试管苗也用一定浓度的多菌灵溶液浸泡 20 秒，移栽前先用小木棒在基质上插一小孔，再将辣木苗轻轻放入小孔中，注意不要损伤根系，若小苗叶子太多，可用剪刀轻轻剪掉少许叶片，以减少叶面水分蒸腾量，提高苗木成活率。从表 5-13 中可以看出，土：砂=1：3 的基质配比移栽成活率较高，达 80%，在红壤培养基上，移栽成活率最差。

## 六、栽植技术

### 1. 种植园地的选择与规划

(1) 种植园地的选择 要根据辣木的生态习性和对环境条件的要求，选择适宜的种植地。多年的引种试种和生产实践证明，辣木种植地年平均温要求 18℃ 以上，极端最低气温最好 0℃ 以上，无严重霜冻危害；年平均  $\geq 10^\circ\text{C}$  的积温 6500—8000℃ 以上，年平均日照时数 2000 小时左右，年均降水量 500—3000 毫米。我国的热带和南亚热带海拔 300—1600 米，特别是 800 米以下的地带是辣木适宜的种植地。辣木种植地的土壤要求深厚肥沃，质地疏松，排水良好，腐殖质含量高的红壤、红黄壤，为辣木种植的适宜土壤。辣木忌积水，重粘土、强酸性土壤，排水不良的土壤不适宜辣木种植。

辣木种植园应选择地势平缓的地段，山坡地应选择阳坡、半阳坡，在山坡中上部建立辣木种植园，坡度以  $15^\circ$ — $25^\circ$  为宜， $30^\circ$  以上的陡坡不宜建园，要求种植地有灌溉水源，交通方便等。

(2) 种植园的区划 辣木种植园地的地址选定以后，在建园前应作好规划。对大中型辣木种植园，规划前要对其园地进行踏查，了解园地的地形地势，适合辣木种植的土地面积，并进行园地测绘。根据测绘资料对园地进行全面规划，布置道路系统，排灌系统，必要的基础设备，包括水池、住房、库房、厂房等。确定种植区，在种植区内按 50—80 亩的面积区划种植小区，确定辣木的种植株行距等。在辣木种植园中，其种植面积所占比例应在 85%以上。

## 2. 整地与栽植

(1) 整地 土壤是辣木生长发育的基础，良好的土壤结构和土壤肥力，是辣木植株生长旺盛、开花结实、稳产丰产的条件。对辣木种植园进行深翻整地，能增加土壤的疏透性，有利于微生物的活动，提高土壤肥力。在平缓的种植地，可采用全面整地，首先清除种植地的杂草、灌木以及有害的残存物，将清除物均匀铺于地面，晒干，用火烧尽，深翻土壤，翻耕深度 30—40 厘米，将烧余物翻至土壤下层，翻后进行平整，按确定的株行距拉线定点，挖穴定植。穴长、宽、深不少于 60 厘米。在 15°—25° 的坡地，应沿等高线开挖水平台地，本着上挖下填，削高填低，大弯顺势，小弯取直的原则，筑成外埂略高，内埂稍低的水平台地，带宽 3—4 米，台地内侧挖出宽 30 厘米，深 20 厘米排水沟。在台面按规定的株行距挖定植穴，每穴施农家肥 30—50 公斤，复合肥 1—2 公斤，将肥料与表土混合，均匀施入穴中，将穴填平，穴外缘沿穴筑成小埂，以便灌水。

## （2）栽植

### ①品种选择

用辣木的优良品种或种源定植建园，是辣木优质丰产的基础。目前，印度塔米尔纳都农业大学园艺学院及研究所，选育出的两个高产、一年生辣木栽培品种 PKM-1 和 PKM-2，经济性状明显优于其它多年生品种（或种源）。我们引种的 PKM-1 和 PKM-2 两个品种，经多点试验，也明显优于其它种源的辣木。PKM-1 是通过纯正遗传方式选育的变异体，可用种子繁殖，植株中等偏矮，豆荚长 60~70 厘米，周长 6.3 厘米，单荚重 120 克，单株产荚 220~250 个，亩产鲜荚 3000~3600 公斤。适宜截杆栽培，病虫害少，适应热带各种土壤栽培。PKM-2 是 MP31 × MP28 的杂交体，适宜印度热带生长。在结实前期可与可可等热带水果间种，也可庭院栽培。豆荚长 125 厘米，周长 8.3 厘米，单荚重 280 克，单株产荚数 240 个，亩产鲜荚 6500 公斤，种子少，肉香味浓。这两个品种可在云南热区试验示范推广种植。

### ②定植方式

辣木种植园可采用种子直播定植、营养袋苗定植和茎、枝埋干（扦插）定植。

**种子直播定植** 用种子直播建立辣木种植园，播种时间适 5—6 月份进行。播种前对种子进行浸种催芽，在准备好的定植穴中播种，每穴播种 3 粒种子，种子间距离 10—15 厘米，出苗后留 1 株壮苗。

**营养袋苗定植** 在早春用 70 天的营养袋苗，栽植于准备好的定植穴中。种植时剥除营养袋塑料薄膜，定植后浇透水。



**埋干定植** 埋干定植是利用多年生的辣木类型，通常在6—8月雨季来临时，对辣木的优良母株进行修剪，修剪下来的枝条，剪取长100厘米，粗4—5厘米的枝干，埋入（或插入）准备好的定植穴中。埋入深度为枝条长度的1/3，也可用粗14—16厘米，长100—150厘米的大枝进行埋干定植，仍能够生根生长。

### ③栽植密度

栽植密度主要根据辣木品种的生物学特性和经营目的确定。长势偏弱，小株型的辣木品种，种植密度可以大一些。以收获嫩枝叶为主和大棚种植的菜用型辣木，可采作行距1.5—2米，株距0.5—1米，亩栽300—800株；以收获荚果和制作干叶粉为主的辣木种植园，行距3—6米，株距2—5米，亩栽22—100株。

## 七、抚育管理

辣木播种后两个月左右，株高70厘米左右时进行摘心，以促进侧枝萌发生长和结荚，可以降低植株高度，减轻大风对树体危害。据印度研究发现，播种后60天对辣木摘心修剪较90天摘心修剪的效果好，可获得更高的产量；辣木一般不施肥也能生长结果，但为了获得高产，在种植后75天，每株追施氮肥44克、磷肥16克、钾肥30克，在第一次开花（播种后150—160天）进行第二次追肥，每株追施氮肥44克，在雨季离主干10厘米周围环状挖撩壕沟，填入绿叶、粪及石灰，再覆盖土壤，可获得较高的荚果产量。对1年生辣木，施用有机肥、生物肥和不同水平的氮、磷、钾进行综合营养施肥试验，结果

表明，不论施无机肥和有机肥，对辣木均有良好的效果，从而证实了辣木采用综合施肥的优越性；辣木可以在无灌溉条件下栽培，但在灌溉条件下，一年生辣木生长良好，较没有灌溉条件的辣木产量提高1倍。

一年生辣木类型采收后，在距地面高1米处截干，促进萌发新梢，4至6个月后，新梢开始结果。一般采收后截干可进行3次，每次截干后需补充含氮、磷、钾齐全的复合肥20—35公斤/亩。多年生的辣木类型在10月到11月，在距地面0.3至0.45米处截干修剪，随后施入有机肥25公斤/株，进行树体更新，截干后第一、二年产量较低，单株年产荚果80—90个，豆荚主要在3—6月采收，第二茬果在9—10月采收。一年生类型辣木结果的周期性，9月播种后6个月采收，收获期维持2—3个月。不同的辣木品种产量不同，一般株产荚果250—400个。

## 八、大棚栽培管理技术

### 1. 整地与定植

根据辣木耐旱不耐涝的特点，为防止棚内积水烂根，采用高垄栽培法，筑成垄高30厘米，以1×2米的株行距将辣木定植于垄面上。每穴施复合肥300克。

辣木生长对温度要求较高，一般适宜生长的温度为20—30℃，只要温度适合在大棚内均可周年定植生产。

## 2. 整形修剪

辣木苗长到 1 米时摘心，促进侧枝萌发生长。一般每株选留 1 级侧枝 4 个作为固定母枝，每个一级侧枝上保留 2—3 个二级侧枝，形成 1 米左右的树冠。每个二级侧枝上可萌发 3—4 个新梢，当新梢长 20 厘米时可进行采收作蔬菜利用。采收后适当留 1—2 片叶短截，促进新的新梢生长。

从七月下旬开始，摘去树干基部老叶，逐渐去掉 1/3—1/2 老叶，以利通风透光，促进树干木质化和植株矮化。采老叶时不要弄伤树干，在羽状复叶基部留几个小叶剪下，剪下的老叶收集后用于制粉，增加经济收益。

为了提高萌芽的整齐度，可喷施 0.1% 的赤霉素打破辣木的休眠期，促进早萌发、早上市，提高前期产量。

## 3. 肥水管理

辣木生长量大，采收后要及时补充水分和养分。辣木灌水要适中，过湿易烂根，过干则植株生长发育缓慢。每次采收后每亩追施氮肥 5 公斤，磷肥 2.5 公斤，钾肥 1.5 公斤。施肥后浇透水 1 次。在土壤追肥的同时，每隔 15 天进行 1 次叶面喷肥，肥料浓度为 0.2% 尿素、0.2% 的磷酸二氢钾和 0.3% 氮、磷、钾三元复合肥交替使用。

## 4. 温度管理

在辣木种植大棚内，应放置干湿温度计，最高最低温度计各 1 只，

温度、湿度自记仪各 1 台，观测温度和湿度，保持棚内白天温度 25—30℃，夜间温度 10—20℃，棚内温度超过 40℃时，需开棚通风降温。大棚栽培的辣木，可根据市场需求调节供应期。

## 5. 采收、产量与品质

2005 年在开远进行大棚栽培与露地栽培对比试验，大棚辣木嫩茎采收期从 2 月中旬开始至 12 月上旬，而露天栽培辣木的采收期为 4 月下旬至 10 月下旬。大棚栽培的辣木较露天栽培的辣木采收期延长了 4 个月。大棚辣木嫩茎每周采收 1 次，露天辣木 15 天采收 1 次。2 亩试验大棚辣木嫩茎产量为 3054 公斤，露天栽培辣木产量 1033 公斤。大棚种植的辣木较露地种植的辣木发枝多、生长快，嫩茎更加鲜嫩，口感好。

## 九、病虫害防治

云南省林业科学院在实施“辣木引种与开发技术研究”国际合作项目中，在各个试验点几乎没有发现影响辣木生长发育的病虫害。一般不需要进行病虫害防治。在大棚栽培中，有蚂蚁等地下害虫危害，可以通过定期灌溉沼液杀灭害虫。

在印度，辣木果实生长发育期有果蝇危害，通常采用综合措施进行防治：在生长和开花期喷洒 0.04%Fenthion 80Ec；当座果率达 50% 时，喷洒 0.03%Ninbaidined（一种从印楝提取的杀虫剂）500 毫克/公斤液，也可以每株喷施 2 升印楝种子提取物。

在印度没有发现对辣木产生较大经济影响的病害。最新报道的病害是马哈哇斯亚发现的新病害，现已证实引起该病的是一种真菌 *Drechslera haraiiensis*。危害症状是在豆荚接近成熟时，豆荚的整个表面开始腐烂，以末端最明显，在绿荚上可见到椭圆形边缘棕色凹斑，病荚缩小变薄，后期豆荚腐烂、脱落。

## 十、加工利用

### 1. 辣木叶蛋白质提取

#### (1) 材料

①风干辣木叶粉：来源于云南省林业科学院辣木引种试验地东川、开远等地。在当年辣木萌发叶盛产期收割，阴干后粉碎备用。

②设备 电子天平（常州）、WSJ-3 恒温磁力搅拌器（江苏）、CD-20 高速离心机（北京）、PB-10 酸度计（德国）、微量凯氏定氮仪（北京）。

#### (2) 辣木叶蛋白质提取工艺流程：

辣木叶干粉→复水、均质→离心分离→调节 pH 值、沉淀蛋白质→离心分离  
→中和→干燥→蛋白质

↓  
固体残渣

#### 操作要点：

①称取 10 克的辣木叶粉，以水粉比为 100：1 充分溶解，并经 HJ - 3 恒温磁力搅拌器搅拌 1h，均质机 300 公斤/厘米<sup>2</sup>均质，备用；

②除杂 将溶解液在离心机 4000 r/min 下离心 10min，将固液

分离，取上层清液；

③蛋白质等电点测定 将分离的溶液分成 10 份，分别加入不同比例的盐酸（HCl），调节其 pH 值成一梯度（pH 1~7），充分搅拌，在恒温水域锅中加热静置，分离、取上层清液，测出辣木蛋白质的溶解度和 pH 值关系，确定辣木蛋白质等电点；

④将调好的 pH 值溶液以 4000r/min 下离心 15min；

⑤中和 将收集沉淀的蛋白质用氢氧化钠（NaOH）中和，pH 值回升至 7 左右，使蛋白质重新溶解；

⑥干燥 将溶解的辣木蛋白质在 35℃烘箱内烘干，得到辣木蛋白质粉末；

⑦在预处理温度、pH 值、提取时间三个因素中，固定其中两个因素，改变第 3 个因素，进行连续实验，分别确定最佳预处理温度、pH 值、提取时间与辣木叶粉蛋白质提取的关系，确定理想的工艺条件；

⑧所得样品经微量凯氏定氮法测定蛋白质含量；

### （3）辣木叶蛋白质提取工艺

①辣木叶蛋白质在提取前经过复水、恒温磁力搅拌器搅拌 1h、均质 300 公斤/厘米<sup>2</sup>，使蛋白质易溶于水中，蛋白质提取率达 70%以上；

②辣木叶粉蛋白质可溶出率受 pH 的影响较大，在 pH4~4.5 左右，此点可能为其等电点 pH 值，准确的等电点则需要采用等电点聚焦法或其它生化方法进行测定。

③辣木叶粉蛋白质提取工艺的最佳条件为：水粉比 100：1；提取温度 50~60℃；提取时间 50~60min；等电点分离 pH 值为 4.0~4.5。

## 2. 辣木叶营养片加工

(1) 材料 辣木叶（东川产）、1.25% $H_2SO_4$ (AR)、1.25%KOH、淀粉浆、明胶、羟丙基甲基纤维素(HPMC)。

(2) 设备 电子天平（常州）、实验室桌面超微粉碎机（北京环亚）、全自动纤维素测定仪（意大利）、实验用制粒机、TP1400 实验型压片机。

### (3) 工艺流程

辣木鲜叶→晒干→挑选制粉→制粒→压片→薄膜包衣→包装→杀菌→成品

### (4) 操作要点

①晒干 将辣木鲜叶在太阳下暴晒，让水分迅速蒸发；

②粉碎 辣木干叶经挑选，除去黄叶、粗枝，用超微粉碎机进行粉碎，过 120 目筛；

③制粒 用硫碱法对辣木的粗纤维进行测定，测得辣木粗纤维含量为 17.79%。采用一步制粒法技术，辅料为在淀粉中加入 15%~20% 的明胶浆(10:1)。最后颗粒的水分在 4%~6%之间；

④压片 每片压片尺寸直径 11 毫米，厚 2.5 毫米，重 0.5 克；

⑤薄膜包衣 一般用滚转包衣法，由包衣锅、动力部分、加热器、鼓风机组成。采用胃溶型包衣薄膜，材料为羟丙基甲基纤维素(HPMC)，包衣时间为 3 小时。

⑥包装、杀菌 采用保健品压旋盖包装瓶，每瓶 120 片，辐照杀菌。

## 主要参考文献

1. 农业部发展南亚热带作物办公室组编 中国热带南亚热带果树 中国农业出版社 北京 1998年5月
2. 金振洲 欧晓昆 著 元江、怒江、金沙江、澜沧江干热河谷植被 云南大学出版社 云南科技出版社 2000年3月
3. 金振洲著 滇川干热河谷与干暖河谷植物区系特征 云南科技出版社 2002年10月
4. 卢重镇编著 辣木—生命之树 台湾, 华香园出版社 2003年
5. 陆斌 陈芳 张劲峰 印度的辣木生产与研究(J)世界农业 2005(10): 32-35
6. 罗云霞 陆斌 石卓功 辣木的特性与价值及其在云南引种发展的景况 西部林业科学 2006年第4期 137-140
7. 李树荣 许琳等 添加辣木对肉用鸡的增重试验 《云南农业大学学报》 2006年第4期 546-548
8. 阎树屏 战铁铮 陈建康 辣木的发展现状与前景 第十六届中国科协年会森林培育技术创新与特色资源产业发展论文集 中国林学会编 2014年5月 云南昆明
9. 辣木引种与开发技术研究 国际合作项目 2007年2月 项目承担单位 云南省林业科学院 项目负责人 陆斌
10. 云南省气象局编 云南气候图册 云南人民出版社 昆明



1982年4月

11. 杨一光 云南省综合自然区划 高等教育出版社 北京

1991年8月

12. 吕际森 李英杰 抓住大好机遇，推动云南辣木产业快速发展 第四届云南省科协学术年会生物种业论坛论文集 云南出版集团公司 云南科技出版社 2014年12月 803-806

13. 高燕 姜艳等 辣木组织培养与植物激素培养基筛选试验 第四届云南科协学术年会生物种业论坛论文集 云南出版集团公司 云南科技出版社 2014年12月 540-547