

印度传统辣木引种栽培研究

彭兴民¹, 郑益兴¹, 段琼芬¹, 温琼雯², 张燕平^{1*}

(1. 中国林业科学研究院资源昆虫研究所, 昆明 650224; 2. 云南省元江县林业局, 云南 元江 653300)

摘要: 从缅甸引进印度传统辣木(*Moringa oleifera* Lam.)到我国云南干热河谷地区种植, 采用春季育苗造林, 或者春季直播造林, 种植地分有灌溉条件的农耕地以及没有灌溉条件的退耕地和荒山坡地三类。3 a 引种试验结果表明, 在农耕地上以二种造林方式栽植的印度传统辣木在造林当年即可开花结果; 而在荒山坡地上造林当年不结果或偶见结果, 发生枯梢或严重枯梢; 在退耕地上造林当年能结果, 但产量较农耕地低。印度传统辣木结果母枝和结果枝的发育规律不同于大多数树种, 不同龄级的结果母枝同时着生结果枝, 并且同一结果母枝可多次着生结果枝。果实伸长生长与粗生长的高峰期不同步, 伸长生长高峰期在前, 粗生长高峰期在后。果实作鲜食蔬菜, 应在纤维化前采收, 采收期一般在伸长生长停止、粗生长高峰期前。初步认为印度传统辣木为中等抗旱树种, 适于我国热带、亚热带的半干旱、干旱地区, 推广种植时应注意造林地的选择。

关键词: 辣木; 引种; 栽培技术; 干热河谷

中图分类号: S790.4

文献标识码: A

文章编号: 1005-3395(2008)06-0579-07

Studies on Introduction and Cultivation of *Moringa oleifera*

PENG Xing-min¹, ZHENG Yi-xing¹, DUAN Qiong-fen¹,

WEN Qiong-wen², ZHANG Yan-ping^{1*}

(1. Research Institute of Resource Insects, Chinese Academy of Forestry, Kunming 650224, China;

2. Forestry Department of Yuanjiang County, Yuanjiang 653300, China)

Abstract: *Moringa oleifera* introduced from Myanmar was grown in some dry-hot valley areas of Yunnan Province. Propagation methods of direct sowing and sapling transplanting in the spring were applied, and three types of planting sites were experimented with *M. oleifera* for three years, i.e., irrigated farmland, farmland without irrigation and the waste sloping land in the mountainous area. The following results were concluded from the three year introduction experiment. (1) The *M. oleifera* plants grown on the farmland by the both two propagation methods could normally bloom and bear fruits in the first year. The plants grown on the waste sloping land could not bear fruits or bear little in the first year, and the young shoots of some plants severely dried out because of the drought. While the trees planted on the former farmland could bear some fruits, but the yield was lower than that on the farmland. (2) The development rhythm of *M. oleifera* bearing basal shoot and fruit spurs was different from most of tree species. The fruit spurs of different ages could simultaneously develop on the same fruit bearing basal shoots, and the same fruit bearing basal shoot could produce fruit spurs continuously for many times. (3) The peak period of fruit elongating growth was earlier than that of girth growth. (4) Fruits consumed as fresh vegetable should be harvested before fibrosis, which took place from the elongating growth of the fruits ended to the girth growth stage started. (5) It was demonstrated by the preliminary results of the experiment that *M. oleifera* was a moderate drought resistant species, and it might fit to be planted in arid or semiarid areas in tropical or sub-tropical climate zones in China. It was recommended that great attention should be paid to planting site selection before the cultivation area is extended.

收稿日期: 2008-01-11 接受日期: 2008-04-30

基金项目: 科技部林业公益性行业专项(200704007); 国家科技支撑项目 (2006BAD18B03); 中国林科院中央级公益性科研院所的基本科研业务费专项基金资助

本文得到赖永祺研究员指导, 王绍云高级实验师绘印度传统辣木形态图, 特此致谢!

* 通讯作者 Corresponding author

Key words: *Moringa oleifera*; Introduction; Cultivation techniques; Dry-hot valley

辣木是辣木科(Moringaceae)辣木属(*Moringa* Adans.)植物的统称,在我国没有自然分布。在辣木树种中,*Moringa oleifera* Lam.是流传久远、最具经济价值的种,中文译名为“印度传统辣木”或“多油辣木”。印度传统辣木全树可以利用,根和树皮是传统医药的原料;嫩叶和嫩果是味道鲜美且营养丰富的蔬菜;种子富含油脂,榨取的辣木油性质稳定,耐反复煎炸,是一种高级烹调油和高级润滑油;脱脂豆粉或油饼含有辣木蛋白质,可起絮凝剂的作用,用于有机和无机颗粒的沉淀,诸如水净化处理、植物油的澄清、以及饮料和啤酒中纤维的沉淀处理等^[1-3]。近年来,不但印度传统辣木原产地增加了种植面积,许多国家或地区亦开始引种和大量推广栽培印度传统辣木,现已在亚洲、非洲和中美洲的30多个国家种植^[4-5]。中国林业科学研究院资源昆虫研究所于2002年从缅甸引进印度传统辣木种子,在云南半干旱、干旱河谷地区进行区域性试种,本文对印度传统辣木在云南进行引种栽培研究,以了解其在引入地区的生态适应性表现,摸索育苗和栽培技术,为进一步的开发利用提供科学依据。

1 引种概况

1.1 辣木的形态特征

辣木科只有辣木属1属13种。从地理上看,这13种辣木的自然分布区较独立,很少发生自然分布区重叠现象。辣木的自然分布区主要是非洲、马达加斯加岛和亚洲,包括阿拉伯半岛和印度^[6]。

印度传统辣木(*Moringa oleifera* Lam.)为多年生常绿或落叶乔木。树高7~12 m。主根膨大似块茎。树干直径20~40 cm,主干直立,一般在1.5~2.0 m处开始萌生侧枝。侧枝延伸无一定规律性,树冠伞形。叶浅绿色,三回羽状复叶,长30~60 cm,小叶长1.3~2.0 cm,宽0.6~1.3 cm,两侧小叶椭圆形,顶部小叶倒卵形,略大于侧叶。圆锥花序,长10~25 cm,两性花,花白色或乳白色,具芳香气味,花萼盆状,5萼片,5花瓣,5雄蕊与5退化雌蕊。果荚长20~60 cm,两端尖细,横切面近圆形或三角形,干燥后纵裂成3部分,每荚含种子12~35粒。种子圆形,褐色,其上有3个纸质白翼^[7](图1)。

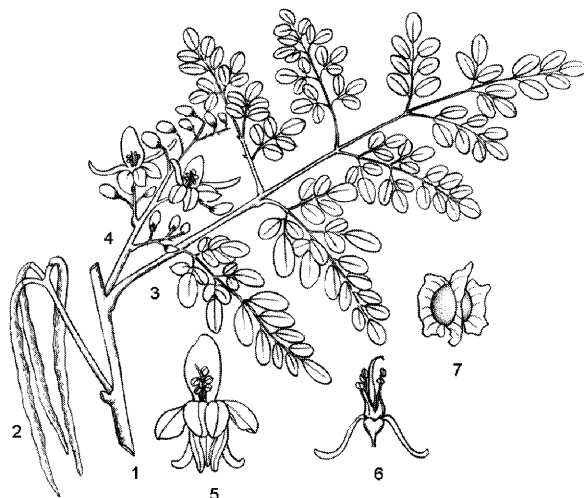


图1 印度传统辣木

Fig. 1 *Moringa oleifera* Lam.

1. 果枝 Fruit branch; 2. 果荚 Fruit; 3. 复叶 Compound leaf; 4. 花序 Anthotaxy; 5. 小花 Flower; 6. 雄蕊 Stamen; 7. 种子 Seed.

1.2 国外主要栽培区和引入地的自然条件概况

印度传统辣木自然分布区可能是印度西北部的热带干旱地区,印度现已将其推广种植到西南沿海地区。非洲和美洲的热带地区、墨西哥、斯里兰卡、马来群岛、菲律宾群岛等有大规模种植。种植地的气候属亚热带、热带的湿润气候类型和干旱气候类型^[8]。引进的印度传统辣木种子采自缅甸伊洛瓦底江中游干热河谷地区的Pakokku(中文译名木各具)。在云南选择与印度传统辣木栽培区气候相似的元谋、元江、元阳和景谷的河谷地区种植,其中元江、元阳试验点为热带性干热河谷,元谋试验点为南亚热带性干热河谷,景谷试验点为南亚热带半干旱河谷。4个试验点和国外主要栽培区的自然条件概况见表1。

2 试验方法

2.1 农耕地育苗和栽培试验

在元江农耕地上,以容器育苗、苗床育苗、播种造林和植苗造林为处理,随机区组设计,重复3次。每处理小区容器育苗和苗床育苗各300袋(穴),每袋(穴)播2粒;播种造林300穴,每穴播2粒;植苗

造林 300 株。育苗容器为 12 cm × 18 cm 塑料袋, 营养土按当地生燥红土: 腐熟有机肥: 三元复合肥 = 4:1:0.02 比例配置; 苗床为高床, 面积与育苗容器摆放的面积相当, 与与容器育苗有相同的株行距; 植穴规格为 50 cm × 50 cm × 50 cm, 株行距为 3 m × 2 m。容器育苗、苗床育苗和播种造林于 2003 年 3 月 8 日露天播种。同日, 用与育苗试验相同的营养

土配比和培育方法培育容器苗, 用于农耕地植苗造林、不同造林地造林和多点造林。播种深度为 2 cm, 盖土厚度约 1 cm, 播种后加盖一层干杂草, 人工浇水至 6 月下旬 (雨季开始)。同年雨季开始即间苗定苗, 每穴 1 株。同时进行植苗造林。试验地用圃常规管理方法管理。

表 1 印度传统辣木在国外主要栽培区和引入地的自然概况

Table 1 General natural conditions of introduction and main cultivating regions in oversea of *M. oleifra*

	国外 Oversea		引入地 Introduction regions			
	印度等国 India etc	缅甸 Myanmar	元江 Yuanjiang	元阳 Yuanyang	元谋 Yuanmou	景谷 Jinggu
海拔高度 Altitude (m)	-	60	396.4	257.1	1120.2	920.0
纬度 Latitude (N)	-	21°19'	23°36'	23°13'	25°44'	23°03'
经度 Longitude (E)	-	95°05'	101°59'	102°50'	101°52'	101°03'
年平均气温 Annual mean temperature (°C)	25.4	24.7	23.7	24.5	21.8	20.2
年平均降水量 Annual mean precipitation(mm)	1410	1283.0	805.1	945.8	634.0	1253
土壤 pH Soil pH	6.5	-	7.1(7.7, 7.5)*	7.3	6.9	5.2
土壤有机质 Soil organic matter (%)	-	-	0.86(1.25, 0.48)*	0.96	0.87	0.51

* 括号内分别为农耕地和荒坡地的值, 括号外为退耕地的值。Data inside the brackets are values of farmland and waste sloping land, and the data outside are those of returned farmland.

2.2 不同造林地造林对比试验

在元江有灌溉条件的农耕地以及没有灌溉条件的退耕地和荒山坡地上进行造林对比试验, 试验地面积各 0.67 hm²。农耕地和退耕地清理后穴状整地, 穴的规格为 50 cm × 50 cm × 50 cm, 株行距为 3 m × 2 m; 荒山坡地带状清理, 穴状整地和水平沟整地, 株行距分别为 3 m × 2 m 和 3 m × 2.5 m, 穴的规格为 50 cm × 50 cm × 50 cm, 水平沟 40 cm 宽, 40 cm 深。2003 年 6 月下旬, 用 3 月 8 日培育的容器苗定植。每年秋末铲草 1 次。

2.3 多点造林对比试验

以元江、元阳、元谋和景谷的河谷地区退耕地为造林地进行植苗造林, 面积各 0.34 hm²。造林地清理后穴状整地, 穴规格为 50 cm × 50 cm × 50 cm, 株行距为 3 m × 2 m。2003 年 6 月下旬, 用 3 月 8 日培育的容器苗定植。每年秋末铲草 1 次。

2.4 调查与数据处理

从始见出苗起, 逐日观察, 记录出苗数, 至出苗结束, 统计场圃出苗率; 苗木出圃前调查成活率和苗高; 翌年秋季调查保存率, 并测量树高、地径。造林地除调查保存率外, 还观测树高、地径、干形、结

果数量、病虫害等。调查样地随机选取, 各 3 块, 抽取中间 3 ~ 5 行植株调查, 确保每小区至少调查 30 株以上。

在定植 3 a、不同整地方式的荒山坡地造林地上调查印度传统辣木幼树抗旱性。参照造林后林木不同旱害症状及其等级^[9], 结合印度传统辣木受旱害特点, 将旱害分为 5 级, 其标准为:

1 级: 个别嫩叶、顶梢、花、嫩果有轻度萎焉, 能恢复正常生长;

2 级: 嫩叶、顶梢枯萎, 花、嫩果萎焉;

3 级: 约半数叶子变黄, 出现不正常落叶, 主干干枯约 1/3, 花、嫩果枯萎;

4 级: 大部分叶子变黄并脱落, 主干干枯 1/3 ~ 1/2, 近成熟果果尖枯萎;

5 级: 全株叶子变黄并脱落, 主干全干枯, 不能萌发, 近成熟果干枯。

随机选取 15 m × 15 m 的标准地 3 块, 有幼树 30 余株。在标准地内按旱害等级标准进行每木调查, 根据调查旱害等级和不同等级的株数, 按下列公式计算抗旱性指标:

$$R = \frac{1X_1 + 2X_2 + 3X_3 + 4X_4 + 5X_5}{\sum(X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5)}$$

式中: R 为抗旱性指标; X_1 、 X_2 、 X_3 、 X_4 、 X_5 分别为 1、2、3、4 和 5 级受害等级的株数。抗旱指标等级分为 5 级,1~5 级对应的抗旱指标分别为 1.00~1.50、1.51~2.50、2.51~3.50、3.51~4.50、4.51~5.00,分别表示抗旱能力强、较强、中等、弱和较弱。

试验数据采用 SPSS13.0 统计分析软件进行差异显著性分析。

3 结果

3.1 农耕地育苗和栽培成效

印度传统辣木种皮不存在机械障碍,吸膨容易,故种子未经处理直接播种。3 月初露天播种,10 d 后苗出土,先长出对生的一对子叶,其后,复叶互生。容器、苗床和农耕地播种(播种造林)成效以场圃出苗率、出圃时苗木的成活率和苗高 3 个指标进行评价,农耕地播种造林和植苗造林成效用保存率和株高 2 个指标进行评价,试验结果见表 2。容器、苗床和播种造林的出苗率分别为 66.3%、63.3% 和 63.5%,出圃时苗木成活率分别为 99.1%、97.9% 和 97.1%,苗高分别为 56.8 cm、57.7 cm 和 56.8 cm;播种造林和植苗造林 1 a 时,保存率分别为 96.5% 和 96.8%,株高分别为 4.68 m 和 4.57 m。各种处理的出苗率、成活率和苗高经过最小显著性差异法(LSD)测验,处理间的差异均未达到 5% 显著水平。表明在用苗圃常规管理方法管理的条件下,农耕地上播种造林,与容器育苗与苗床育苗相比,种子出苗率、苗木成活率以及苗高均无显著差异;与植苗造林相比,保存率和植株株高也无显著差异。播种造林对种子的出苗、苗木的成活和生长均无不良影响。

3.2 不同造林地造林比较

以株高、地径、发枝数等生长指标,开花率、结果率、结果数等开花结实指标作为评定农耕地、退耕地和荒坡地造林成效的指标。3 造林地间植株生长指标和开花结实指标调查结果见表 3。定植 1 a 的印度传统辣木,农耕地的生长表现最好,平均株高为 5.3 m,地径 16.7 cm,每株发枝 7.1 枝,开花率和结果率为 100%,每株结果 275.6 个;荒坡地的生长表现最差,平均株高仅为 1.4 m,地径 4.2 cm,每株发枝 1.3 枝,开花率 0.08% 和结果率 0.03%,无果;退耕地的各生长指标和开花结实指标较荒坡地的好,但较农耕地的差。调查结果经最小显著性差异法(LSD)测验,3 造林地间植株生长指标和开花结实指标除农耕地与退耕地的开花率和结果率差异不显著外,其余指标均差异显著,表明印度传统辣木在 3 造林地上的生长发育存在显著差异:在有灌溉条件的农耕地上生长正常,开花结果较好;在退耕地上亦能生长和开花结实,但生长量和结实量较农耕地的低;而在没有灌溉条件、土层瘠薄的荒坡地上,生长受到不同程度的影响,不结果或偶见结果,一般不能完成生命周期。

为进一步探索荒山坡地不同整地方式的造林成效,荒山坡地在穴状整地的基础上,增设水平沟整地。但种植结果与穴状整地结果基本一样(表 3)。表明该地区荒山坡地即便是水平沟整地也同样难以收到良好效果。实践表明,引种印度传统辣木在云南热带干热河谷地区更需要水湿环境,对无水灌溉的环境表现出不适应。

表 2 种子出苗率、苗木成活率及其苗高

Table 2 Seedling emergence rate, survival rate and the height of seedlings

	出苗率 Emergence rate (%)	成活\保存率 Survival rate (%)	苗高 Height (cm)
容器 Container	66.3a	99.1a	56.8a
苗床 Seedbed	63.3a	97.9a	57.7a
农耕地(播种) Farmland (direct sowing)	63.5a	97.1a	56.8a
农耕地(播种) Farmland (direct sowing)*	-	96.5a	468a
农耕地(植苗) Farmland (sapling transplanting)*	-	96.8a	457a

* 为定植 1 a 时保存率和株高。Seedlings were planted for 1 year. 同栏数据后不同字母的表示差异显著,表 3 同。Data followed by different letters within the same column are with significant difference. The same for Table 3.

表 3 3 种造林地的造林成效(2004 年 11 月)

Table 3 Afforestation effects of the three type of planting sites (Nov. 2004)

造林地类型与整地方式 Type of planting sites and site preparation	平均株高 Average height (m)	平均地径 Average basal diameter (cm)	平均发枝数 Average new twigs	开花率 Flowering rate (%)	结果率 Setting (%)	平均结果数 Average fruits
水浇耕地 Irrigated farmland	5.3a	16.7a	7.1a	100.0a	100.0a	275.6a
退耕旱地 Returned land without irrigation	5.0b	13.6b	5.6b	100.0a	96.8a	174.5b
荒坡地(穴) Waste sloping land (planting pit preparation)	1.4c	4.2c	1.3d	0.08b	0.03b	-
荒坡地(水平沟) Waste sloping land (parallel trench preparation)	1.7c	5.6c	3.2c	0.09b	0.03b	-

3.3 多点造林初步结果

以引种印度传统辣木的适应性、效益和繁殖能力作为评定 4 个试验点引种成效的主要指标。4 个试验点 3 a 种植实践表明,印度传统辣木在常规栽培条件下,都不需特殊保护措施能正常生长发育(表 4),没有发现严重病虫害,适应引入地的环境条件;印度传统辣木不属于入侵生物,也没有携带危险性昆虫和微生物,没有出现不良生态后果,能开花结实,并且有一定的产量,经济效益、生态效益及社会效益较高,达到原定的引种目的;通过种子繁育能正常繁衍并保持原有优良性状^[10-11]。可见,引种是成功的。观察还发现,定植 3 a 间,第一年生长较快,第二、三年生长逐年减慢;结果数量则第一年较少,第二、三年逐年增多。

3.4 抗旱性评价

2003 年 6 月下旬荒坡地造林,定植后正逢雨季,印度传统辣木生长未出现不良现象。当年 11 月份至翌年 5 月为旱季,出现不正常落叶,部分植株出现枯梢,同期农耕地和退耕地的印度传统辣木

生长正常。2004 年雨季,荒山坡地上的印度传统辣木有新枝叶长出,但长势明显减缓。2004 年 11 月至 2005 年 2 月,荒坡地的印度传统辣木不正常落叶和枯梢现象较上一年更加严重,以致仅个别植株能开花结果,所结的果细而短,绝大多数植株不能开花结果,同期农耕地和退耕地的印度传统辣木生长正常。引种到荒坡地上的印度传统辣木,生长发育过程中出现不正常落叶、枯梢、无花和无果等不适应表征,这表明,干旱(土壤干旱)给印度传统辣木的生长造成不良影响。荒坡地印度传统辣木的抗旱性调查结果表明(表 5),印度传统辣木的抗旱指标为 2.82,此抗旱性指标对应的抗性等级为 3 级,为中等抗旱。

3.5 结果枝的分布特性

印度传统辣木播种当年即可开花结果,结果母枝和结果枝的发育规律与其它树种完全不同:不同龄级的结果母枝同时着生结果枝,并且同一结果母枝可多次着生结果枝。印度传统辣木的枝条有结果母枝和结果枝两类,结果母枝又分为有效结果母

表 4 4 试验点印度传统辣木的生长情况

Table 4 The growth of *M. oleifera* in 4 experimental plots

地点 Sites	2003				2004				2005			
	树高 Height (m)	地径 Basal diameter (cm)	冠幅 Crown width (m)	果数 Fruit number	树高 Height (m)	地径 Basal diameter (cm)	冠幅 Crown width (m)	果数 Fruit number	树高 Height (m)	地径 Basal diameter (cm)	冠幅 Crown width (m)	果数 Fruit number
元江 Yuanjing	3.6	4.1	2.1	26	5	10.1	3.5	189	6.8	18.3	4.2	263
元阳 Yuanyang	4.2	6.3	1.8	17	6.1	13.6	3.2	174	7.3	20.4	3.9	257
元谋 Yuanmou	3.4	4	1.6	21	4.8	8.6	2.7	162	6.4	17.2	4	231
景谷 Jinggu	2.8	3.6	1.3	11	4.1	7.6	2.4	143	4.8	13.6	3.5	194

表 5 荒地地印度传统辣木的抗旱性

Table 5 Drought resistance of *M. oleifera* in waste sloping lands

类型 Type	大小 Size	株数 Number of individuals					抗旱指标 Drought resistance index
		1	2	3	4	5	
穴 Pit	3 m×2.5 m	2	17	17	8	3	2.85
	3 m×2 m	6	15	16	6	5	2.77
沟 Trench	3 m×2.5 m	6	15	14	7	4	2.87
	3 m×2 m	7	12	17	6	5	2.79
平均 Mean							2.82

表 6 果实的长度(cm)和果径(cm)(2006年4月1~24日)

Table 6 Fruit elongating growth (cm) and diameter (cm) of *M. oleifera* from 1 Apr. to 24 Apr., 2006

果号 No.	果长 Fruit length (cm)													果径 (cm) Diameter
	1/4	3/4	5/4	7/4	9/4	11/4	13/4	15/4	17/4	19/4	21/4	23/4	25/4	
1	5.5	7.0	8.5	11.0	14.0	15.5	19.5	22.0	26.0	26.0				0.7
2	5.0	7.0	8.0	10.0	11.5	14.5	18.5	23.5	27.0	29.5	30.0	31.0	31.0	0.6
3	5.0	6.0	9.5	13.5	15.5	20.0	26.0	27.0	29.0	29.5	31.0	31.0		0.7
4	5.5	6.5	8.0	9.5	11.0	13.5	16.0	18.5	25.0	30.5	35.0	37.0	37.0	0.6
5	5.5	7.0	8.0	11.0	14.5	16.5	22.5	29.0	31.5	32.0	32.5	32.5		0.7
6	5.5	6.0	7.0	9.5	12.5	15.0	18.5	24.0	26.5	28.0	29.0	29.5	29.5	0.7
7	5.5	7.0	8.0	10.5	13.0	17.5	23.0	29.0	33.5	36.5	37.0	37.0		0.7
8	5.0	6.5	8.0	11.0	12.5	16.0	18.5	22.5	23.0	26.0	26.0			0.8
9	6.0	8.0	9.0	14.0	19.0	24.5	28.0	37.0	38.5	39.0	39.0			0.6
平均 Mean	5.4	6.8	8.2	11.1	13.7	17.0	21.2	25.8	28.9	31.4	32.4	32.5		0.7
净生长量 Netgrowth(cm)		1.4	1.4	2.9	2.6	3.3	4.2	4.6	3.1	2.5	1.0	0.1		
极大值 Max.		2.0	3.5	5.0	5.0	5.0	6.5	9.0	4.5	5.5	4.5	2.0		
极小值 Min.		0.5	1.0	1.5	1.5	1.5	2.5	1.0	0.5	0.5	0.5	0.5		

枝和无效结果母枝,凡能抽生结果枝的结果母枝称为有效结果母枝,一般情况下(即无断枝、虫蛀等外部刺激的情况下)不再抽生结果枝的则称为无效结果母枝。对 40 株 2.5 a 生植株结果枝的分布与数量进行调查,结果表明,印度传统辣木可具有 4 级分枝; I、II、III、IV 级枝都可能是有效结果母枝; I、II、III、IV 级枝为有效结果母枝的植株数占总调查株数的百分率分别为 15.0%、77.5%、17.5% 和 2.5%; 每株 I、II、III、IV 级枝上结果枝的平均数量分别为 0.6、8.7、2.0 和 0.1 条。各枝级的有效结果母枝及结果枝的数量大小排序: II > III > I > IV。

3.6 果实生长

在 3 月上、中旬观察,印度传统辣木花开后 10 d 左右,雌蕊从近花药处开始伸长,开始时直直地向前生长,不久后出现扭曲,弯曲的方向、曲度、次数都无规则,有的甚至绕成环状,以后又慢慢变

直,个别基部曲成环状的果,进入成熟期时也可能仍然弯曲。4 月 1 日,每 2 d 定果调查一次果实生长量,直至伸长生长结束。表 6 是 4 月份嫩果伸长生长量的调查结果。果的伸长期平均为 21.8 d,最长 22 d,最短 16 d;嫩果前期生长慢,中期生长快,后期生长慢;平均每天增长 1.7 cm,生长最快的时段,最快每天增长 4.5 cm。果实伸长生长曲线的拐点即果实从结实开始 20 d 左右为生长停止期。果实伸长生长停止,尚未明显膨大前,徒手检查果实可食性:易折断,断时脆响,断面整齐,食无渣,为可食标准;反之,不易折断,断时无响声,断口留纤维,食有渣,为不可食标准。前者约占 90%,后者约占 10%。从果实的生长情况及可食性检验结果可看出,在当地条件下,一般结果后的 20 d 内为最佳的采摘时间。

4 结论和讨论

4.1 印度传统辣木适生的气候类型和造林地

自缅甸引种的印度传统辣木在云南亚热带、热带性半干旱和干旱河谷地区能正常生长,未发现严重病虫害、冻害或其它不适应表征。印度传统辣木已在云南西双版纳、广西、广东和海南等地的亚热带、热带湿润气候地区引种成功^[12-13]。综合引种印度辣木在不同地域、热带干热河谷不同立地上的生长表现,从气候类型看,印度传统辣木适生于我国热带和南亚热带的干旱、半干旱气候区和湿润气候区。从热带干热河谷造林地种类看,印度传统辣木更需要水湿环境,在有灌溉条件的农耕地上表现较好,而对无水灌溉的退耕地和荒坡地表现出不适应。印度传统辣木具有一定的抗旱能力,但仅为中等抗旱树种。故热带干热河谷地区推广种植时应注意造林地的选择,应选择有灌溉条件、土层深厚的地块种植。有关影响其扩大引种和正常生长的主要生态因子和限制因子的分析尚需进一步研究。

4.2 幼树和果实生长特性

通常情况下,3 a 生印度传统辣木的结果母枝按龄级顺序发育。有效结果母枝一般为2~4龄级,一龄结果母枝主要起扩展树体作用。从结果母枝发育过程看,印度传统辣木结果母枝的发育特性与许多木本经济植物相异:结果母枝不同龄级同时着生结果枝,并且同一结果母枝可多次着生结果枝。这样,结果层外移慢,结果层厚而均匀,树体光秃区相对较小。在受到外界刺激(病虫害、机械损伤、枯枝等)时,在伤口附近能萌发结果母枝和结果枝,利用这个特性可以进行人工控制树体结构。果实作鲜食蔬菜,在当地条件下,结果后20 d 内为最佳的采摘时间。因此,在以嫩果荚(蔬菜)和种子(木本油料)为培育目的的栽培时,可指导嫩果采收,也可作为疏果时期,以变废为宝。

4.3 栽培技术

在印度,印度传统辣木可以进行种子繁殖、扦插繁殖和嫁接繁殖^[4]。我国的造林实践表明,除可进行植苗造林外,在有灌溉条件的农耕地或退耕地上,还可以进行播种造林。印度传统辣木繁殖和栽培方法多样,因此在进行良种选育、丰产优质栽培

时,可根据不同培育目标制定相应的技术措施。以收获嫩叶鲜食蔬菜为目的,可采用床圃播种密植,以快速、大量培育嫩叶(尖),还可以多次摘心后促萌新梢(叶),老叶用来制作干叶粉;以收获嫩果荚(蔬菜)和种子(木本油料)为目的,可用播种造林和植苗造林进行培育。而无性繁殖(扦插和嫁接)、栽培密度、栽培季节、土壤管理及幼树抚育措施等的高产栽培技术有待进一步研究。

参考文献

- [1] Okuda T, Baes A U, Nishijima W, et al. Isolation and characterization of coagulant extracted from *Moringa oleifera* seed by salt solution [J]. *Water Res Oxf*, 2001, 35(2): 405-410.
- [2] Ndagengesere A, Narasiah K S. Quality of water treated by coagulation using *Moringa oleifera* seeds [J]. *Water Res Oxf*, 1998, 32(3): 781-791.
- [3] Raval D A, Toliwal S D. Nutritional study on drumstick seed (*Moringa oleifera*) oil [J]. *J Oil Techn Assoc Ind*, 1996, 28(1): 3-5.
- [4] Liu C F(刘昌芬), Li G H(李国华). Actuality of study on *Moringa oleifera* and their exploitive foreground [J]. *J Yunnan Trop Crops Sci Techn*(云南热作科技), 2002, 25(3): 20-24.(in Chinese)
- [5] Zhang Y P(张燕平), Duan Q F(段琼芬), Su J R(苏建荣). Horseradish and its utilization: Review [J]. *Chin J Trop Agri*(热带农业科学), 2004, 24(4): 42-48.(in Chinese)
- [6] Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. The home page of the plant family Moringaceae [EB/OL]. 2007. <http://www.explorelifeonearth.org/moringahome.html>
- [7] Babu K V S, Rajan S. Floral biology of annual drumstick [J]. *J Trop Agri*, 1996, 34(2): 133-135.
- [8] Purdue University. NewCROP provides. *Moringa oleifera* Lam [EB/OL]. 2007. http://www.hort.purdue.edu/newcrop/duke_energy/Moringa_oleifera.html
- [9] Hu J Z(胡建忠). Experiment Method on the Introduction and Cultivation of Plant [M]. Zhengzhou: Huanghe River Water Resource Press, 2002: 78-89.(in Chinese)
- [10] 段琼芬, 张燕平. 辣木的特征特性及其栽培技术 [J]. *农业技术服务*, 2007, 24(6): 101.
- [11] Liu C F(刘昌芬), Long J M(龙继明), Yang Y(杨焱), et al. Study on planting technique of *Moringa oleifera* [J]. *Chin Agri Sci Bull*(中国农学通报), 2007, 23(6): 590-593.(in Chinese)
- [12] 钟慧慧, 马海乐, 张涛, 等. 辣木开发利用现状及前景 [J]. *粮油食品科技*, 2006(2): 60-61.
- [13] 刘永红, 李会珍. 辣木的利用价值与栽培技术 [J]. *福建热作科技*, 2004(2): 18-19.
- [14] 陆斌, 陈芳, 张劲峰. 印度的辣木生产和研究 [J]. *世界农业*, 2005(10): 32-35.