

干热河谷印楝生长与立地条件关系

张燕平¹, 赵粉侠², 刘秀贤¹, 郑益兴¹, 贺斌², 韦宇²

(1. 中国林业科学研究院资源昆虫研究所, 云南 昆明 650224; 2. 西南林学院, 云南 昆明 650224)

摘要: 对元谋干热河谷印楝人工林生长与土壤物理性质、化学性质和地形因子的关系进行了分析研究。单因子分析结果表明, 印楝树高生长量指标与坡位、土壤含水量、土壤毛管孔隙度、有效土层厚度、土壤速效 P 含量之间呈显著或极显著正相关; 逐步回归分析结果表明, 坡位、土壤毛管孔隙度、土壤有机质含量及其组合是影响印楝生长的主导因子。缺磷少氮和水分含量低是印楝人工林土壤的共同特点, 在选择造林地或制定营林措施时应当引起重视。

关键词: 印楝; 树高生长; 立地条件; 干热河谷

中图分类号: S753 文献标识: A

Relationship between Growth Increment of *Azadirachta indica* and Site Condition in Hot and Arid Valley

ZHANG Yarping¹, ZHAO Feixia², LIUXiu-xian¹, ZHENG Yi-xing¹, HE Bin², WEI Yu²

(1. Research Institute of Resource Insects, CAF, Kunming 650224, Yunnan, China;

2. Southwest Forestry College, Kunming 650224, Yunnan, China)

Abstract: *Azadirachta indica* is an excellent multiple purpose tree adaptive to the climate of hot and arid valley. It has played an important role in ecological environment construction and in regional economy development since introduced into China. This paper aimed at giving some evidences of the relationship between growth increment of *Azadirachta indica* plantation and site conditions basis on the investigating materials of the neem plantation in Yuanmou County. The results of simple regression showed that the height increment of the top tree and mean tree of the plantation increased corresponding to the slope location (from mountaintop to the valley), soil moisture, soil capillary porosity, available soil depth, and rapid available P₂O₅ with linear function. The results of stepwise variable selection showed that the main factors effecting tree growth were slope location, soil capillary porosity and organic matter contents. The multiple equations were worked out based on data analysis.

Key words: *Azadirachta indica*; height increment; site condition; hot and arid valley

印楝 (*Azadirachta indica* A. Juss.) 属楝科 (Meliaceae) 常绿乔木^[1]。1995 年开始引入云南干热河谷地区元江、元谋种植^[2,3], 并对其引种适应性、生物生态学特征、育苗栽培技术以及毒害作用机制与效果等进行了系统的研究^[4-7], 但关于印楝生长与立地条件关系的问题至今尚无报道。1999 年以来成片营造的印楝人工林造林成效及林木生长情况参差不齐, 除气候环境条件不同原因以外, 不同立地类型之间的差异表现得尤为突出。因此, 开展印楝生长与

立地条件关系的研究对印楝人工林的培育显得尤为重要。原产地印楝的生产力为 10~100 t·hm⁻²·a⁻¹, 变幅很大, 生产力的大小取决于降水量、株行距和立地条件^[8,9]。本研究选择元谋盆地内 1997—1999 年定植的人工林为调查对象, 在热量、降水等气象因子相近的前提下, 研究土壤理化性质和地形因子与印楝生长的关系, 为印楝造林立地分类和立地质量评价积累基础资料, 也为生产中印楝适生立地选择及制定营林措施提供参考依据^[10,11]。

收稿日期: 2004-01-15

基金项目: 云南省“十五”攻关项目“印楝农药原料林优质丰产种源试验示范及印楝杀虫剂研制”(2001NG31)

作者简介: 张燕平(1963—), 男, 云南景谷人, 副研究员, 云南大学生态与地植物研究所博士后。

1 研究地自然概况

试验地为云南省元谋县元谋盆地,年均降水量 611.1~613.8 mm,降雨集中在 6—8 月;年均蒸发量为 3 830.0~3 911.2 mm,蒸发量是降水量的 6 倍多;年均相对湿度 53%,干燥期所占时间较长。年均温度 22 °C,5 月为最热月、平均气温 27.1 °C,12 月为最冷月、平均气温 15 °C,≥10 °C 的积温 7 986.8 °C,无霜期 350~365 d,属典型的南亚热带季风河谷干热气候区。光热充沛、干湿季分明、干热少雨,有“天然温室”之称。旱季(3—5 月或 6 月),月均温 21.8~27.0 °C,此期间降水少,蒸发量是降水量的 27 倍。由于受大断裂带的影响,地质构造复杂,制约着不同岩类的风化,形成了不同养分特征的土质,土壤以燥红壤为主,还有一定数量的褐红壤、红壤和黄棕壤,土层薄、石砾多、有机质少,土壤剖面没有明显的层次发育,且具有雨季淋溶现象,水土流失十分严重,“土林”(剧烈侵蚀区)大面积发育,约占侵蚀区的 5%,山崩、塌方、滑坡等灾害发生频繁,生态环境日趋恶化。年均侵蚀模数 3 390 t·km⁻²。

2 研究方法

2.1 样地设置与调查

在全面踏查基础上,选取具有代表性的典型地段设置面积为 20 m×20 m 的样地共 30 块。然后在标准地内进行每木检尺和立地因子调查。立地因子调查主要包括土壤特征、地形要素和植被状况。地貌与地形要素主要测定海拔高度、坡向、坡位、坡度,地面形态描述划分为坡形和整地方式。

2.2 土壤样品采集与理化性质分析

原状土样品采用“环刀法”,分别在 0~20 cm 和 20~40 cm 两层取样,用于测定土壤物理性质;土壤化学性质则采用混合样品,即在 0~60 cm 范围内,按比例采集混合样品 1 kg 以上,带回实验室备用。土壤含水量测定采用“烘箱法”,土壤密度测定采用“环刀法”,孔隙度测定采用“田间持水量法”,土壤粒级组成测定采用“比重剂法”。全 N 测定采用开氏定 N 法,全 P 和全 K 测定采用 NaOH 碱熔法;速效 N、速效 P、速效 K 测定分别采用 Olsen 法、扩散皿法、火焰光度法;pH 值测定采用电位法;有机质测定采用 K₂Cr₂O₇ 法。

2.3 树高的计算

调查所选的样地均为人工幼林,林龄为 2~5

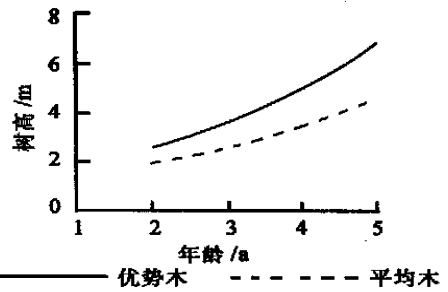


图1 印楝树高与年龄之间的关系

a。由于年龄不一致而缺乏可比性,为了消除年龄的影响,依照固定观测植株树高(H)与年龄(A)之间的关系趋势(图 1),分别采用 3 种方程进行拟合,据此确定不同年龄树高的理论生长量(表 1)。根据相关系数、显著水平和剩余标准差判断,以方程 $H = ae^{bA}$ 的回归效果最好。因此,采用方程 $H = ae^{bA}$ 和固定观测样株数据,计算不同年龄的优势木和平均木树高的理论生长量(表 2)。

表 1 3 种方程拟合结果的比较

方程	系数 a	系数 b	相关系数	显著水平	剩余标准差	
优势木	$H = a + b^A$	-0.580 0	1.445 0	0.988 4	0.011 6	0.350 8
	$H = aA^b$	1.158 7	1.072 6	0.989 9	0.010 1	0.074 4
	$H = ae^{bA}$	1.308 7	0.332 0	0.999 9	0.000 0	0.000 4
标准木	$H = a + b^A$	0.087 0	0.893 0	0.992 5	0.007 5	0.173 8
	$H = aA^b$	1.016 7	0.919 4	0.990 4	0.009 6	0.062 1
	$H = ae^{bA}$	1.129 3	0.284 4	0.999 8	0.000 2	0.000 8

表 2 优势木与平均木不同年龄树高估计值

年龄/a	2	3	4	5
优势木高/m	2.54	3.54	4.94	6.88
平均木高/m	1.99	2.65	3.52	4.68

2.4 数据处理

资料整理后,以林分平均木树高年均生长量(Y_1)、林分平均木树高总生长量与理论生长量的比值(Y_2)、优势木树高年均生长量(Y_3)以及优势木树高总生长量与理论生长量比值(Y_4)为因变量,以立地因子为自变量,采用一元线性回归进行单因子分析,主导因子筛选及其综合作用分析采用逐步回归法。其中,优势木高为 4 株优势木高(以每 100 m² 选 1 株)的平均值。为了计算方便,对部分立地因子进行了分级量化处理(具体标准略)。

3 结果与分析

3.1 地形因素与印楝生长

3.1.1 坡位 印楝生长指标与坡位呈极显著正相

关,即从山坡上部到山坡下部,总生长量、年均生长量及其相对生长指标不断增大。说明山顶和山坡上部土壤干燥而贫瘠,不利于幼树的生长发育。

3.1.2 坡向、坡度及海拔 据对相同坡位(中部)不同坡向5块样地进行坡向与生长量之间的回归分析,结果表明,坡向与印楝各生长指标之间的相关系数都较高(表3),作用较为明显的是优势木树高总生长量与理论生长量之比,其显著水准达到0.0793,印楝生长量从阳坡到阴坡依次递增。坡度是影响林木生长主要的地形因子,坡度分别为 5° 、 10° 、 16° 的3块样地为同一地点,海拔、坡向、坡位、土壤条件基本一致,其平均木年均高生长量分别为1.15 m、0.94 m、0.59 m,表现出有规律的变化。随着坡度的增大,印楝高生长量随之下降。但是,由于调查区绝大多数印楝人工林为水平梯田或水平阶整地,因此坡度的作用被掩盖,坡度与林木生长量之间的相关关系未达到显著程度。本研究调查印楝人工林样地的海拔范围为1100~1350 m,采用年龄和其它地形要素相近的资料,对不同海拔高度样地间的高生长量进行回归分析,结果表明,海拔高度对生长量无显著影响。在元谋盆地海拔1100~1230 m范

围内,印楝均可正常生长,是印楝引种栽培的适宜高度范围;由于海拔变化范围小,未引起热量和降水实质性的变化,或者说水热条件的变化,不足以对印楝的生长产生显著影响。

表3 印楝树高生长与坡向、坡位之间的相关系数

自变量	因变量	相关系数	显著水准	样本数量
坡向	Y_1	0.692 1	0.195 3	5
	Y_2	0.633 6	0.251 1	5
	Y_3	0.784 2	0.116 4	5
	Y_4	0.833 8	0.079 3	5
坡位	Y_1	0.471 2	0.011 4	28
	Y_2	0.525 4	0.004 1	28
	Y_3	0.530 4	0.003 7	28
	Y_4	0.526 5	0.004 0	28

3.2 土壤物理性质与印楝生长

3.2.1 土壤含水量 表4、5表明,调查样地的土壤水分含量较低,印楝生长量指标与土壤含水量(0~20 cm)之间呈显著或极其显著正相关。0~20 cm土壤含水量与21~40 cm土壤含水量相关极显著($r=0.8414$, $P=0.0000$)。说明干热河谷不仅土壤水分不足,而且变化较大,是限制树木生长的主导因子之一。

表4 印楝人工林样地不同深度土壤物理性质指标变幅

项目	0~20 cm				21~40 cm			
	最高	最低	平均	变异系数/%	最高	最低	平均	变异系数/%
含水量/%	6.50	1.41	2.87	10.94	9.72	1.68	4.17	11.67
土壤密度/($g \cdot cm^{-3}$)	1.68	1.42	1.53	1.68	1.70	1.37	1.55	1.33
总孔隙度/%	47.42	38.52	43.42	1.31	48.73	37.53	42.66	1.60
毛管孔隙度/%	30.90	14.30	24.11	4.49	33.15	17.20	24.03	4.31

表5 印楝树高生长指标与土壤物理性状的相关性

自变量	因变量	相关系数	显著水准	样本数量
含水量	Y_1	0.615 9	0.003 8	20
	Y_2	0.556 9	0.010 8	20
	Y_3	0.511 5	0.021 2	20
	Y_4	0.476 5	0.033 6	20
土壤密度	Y_1	-0.337 8	0.145 3	20
	Y_2	-0.247 6	0.292 5	20
	Y_3	-0.308 3	0.186 0	20
	Y_4	-0.333 0	0.151 4	20
总孔隙度	Y_1	0.340 7	0.141 6	20
	Y_2	0.251 0	0.285 7	20
	Y_3	0.308 1	0.186 2	20
	Y_4	0.329 3	0.156 3	20
毛管孔隙度	Y_1	0.434 6	0.055 5	20
	Y_2	0.322 4	0.165 6	20
	Y_3	0.452 1	0.045 3	20
	Y_4	0.466 0	0.038 4	20

3.2.2 土壤密度及孔隙度 相关分析表明,印楝树高生长指标与土壤密度有负相关趋势,即印楝树高生长指标具有随土壤密度的增大而减小,但相关不显著。因此,调查区土壤密度指标变化不大,且在树木适生范围内^[12]。土壤总孔隙度基本稳定,但稍偏少,而毛管孔隙度变化较大。印楝树高生长指标与总孔隙度相关不显著,而与毛管孔隙度呈显著正相关。也就是说,随着土壤毛管孔隙度的增加,印楝树高生长指标提高。一般来说,当土壤中大小孔隙同时存在,总孔隙度在50%左右,而其中非毛管孔隙占20%~40%为好,这种情况使得土壤的通气性、透水性和持水性比较协调^[12]。结果还表明,土壤密度与土壤总孔隙度及毛管孔隙度之间呈极显著负相关,即随着土壤密度的增加,土壤总孔隙度和毛管孔隙度随之下降(表6)。由此表明,通过降低土壤密度、

提高土壤孔隙度,有利于印楝的生长。在 0~20 cm 和 21~40 cm 两个层次土壤之间的含水量、密度、总孔隙度、毛管孔隙度的相关系数均达到极显著水平,具有良好的一致性。

表 6 土壤密度与孔隙度之间的相关系数

变量	土壤密度	总孔隙度	毛管孔隙度
土壤密度	1	-0.999 6(0.000 0)	-0.866 7(0.000 0)
总孔隙度		1	0.862 2(0.000 0)
毛管孔隙度			1

注:括号内数字为显著水准

表 7 土层厚度与林分高生长之间的相关系数

自变量	因变量	相关系数	显著水准	样本数量
	Y_1	0.468 1	0.037 4	28
土层厚度	Y_2	0.409 7	0.072 8	28
	Y_3	0.427 9	0.058 9	28
	Y_4	0.494 2	0.026 8	28

3.2.3 土壤石砾含量 调查区的样地内,石砾含量普遍较高。分析结果表明,石砾含量与 4 个林分高生长量指标均呈负相关趋势(相关系数为 -0.34~ -0.37,显著水准 0.11~0.18)。随着土壤石砾含量的提高,印楝高生长量下降。但从总体上看,调查区土壤石砾含量平均为 18.71%,变化在 0~70% 之间,变异系数 22.80%,石砾含量在 20% 以下的样地为 22 块,占样地总数的 73.3%。因此,从石砾含量这一性态来看,样本分布不均、规律性不强。与土壤密度、土壤含水量等物理性状相比较,石砾含量的准确测定有一定的困难,但随着坡位的变化具有一定的规律性,从山顶到沟谷,石砾含量越来越高($r = -0.643 0, \rho = 0.002 2$)。

3.2.4 有效土层厚度 有效土层厚度指地表以下、障碍层上限以上的土壤深度。调查区有效土层厚度最小的仅 0.15 m、较大的则超过 1 m,变异系数 8.54%。相关分析表明,印楝林分高生长指标与有效土层厚度之间呈显著正相关(表 7),随着有效土层厚度的增加,印楝生长量随之提高。因此,有效土

表 8 印楝林地土壤 营养元素含量及其变化情况

项目	平均值	最小值	最大值	变异系数/%	样本数/个
全 N/(mg·kg ⁻¹)	0.055	0.034	0.089	0.72	20
全 P/(mg·kg ⁻¹)	0.024 6	0.014	0.052	0.81	20
全 K/(mg·kg ⁻¹)	1.063 3	0.308	2.091	11.64	20
速效 N 占全 N 百分数/%	22.734	6.84	36.85	10.37	20
速效 P 占全 P 百分数/%	4.321	0.47	11.70	15.44	20
速效 K 占全 K 百分数/%	86.59	11.21	99.81	19.22	20

层厚度是影响印楝生长的主要土壤因素之一。结果还表明,有效土层厚度与土壤石砾含量呈极显著负相关($r = -0.643 0, \rho = 0.002 2$)。

表 9 印楝树高生长指标与土壤养分元素含量之间的关系

自变量	因变量	相关系数	显著水准	样本数量
	Y_1	0.036 0	0.880 3	20
速效 N	Y_2	0.048 9	0.837 9	20
	Y_3	0.053 3	0.823 4	20
	Y_4	0.031 5	0.895 1	20
	Y_1	0.496 3	0.026 0	20
速效 P	Y_2	0.511 3	0.021 2	20
	Y_3	0.417 0	0.067 4	20
	Y_4	0.411 8	0.071 2	20
	Y_1	0.439 8	0.052 3	20
速效 K	Y_2	0.366 2	0.112 3	20
	Y_3	0.363 8	0.114 8	20
	Y_4	0.394 3	0.085 4	20

3.3 印楝生长与土壤化学性质的关系

3.3.1 土壤养分元素含量 由表 8 可以看出,对于树木生长来说,印楝人工林地土壤 K 含量丰富、N 次之、P 相对较少,即缺 P 少 N,这一特点符合我国土壤养分含量的基本规律。从变异系数来看,土壤 N 含量变化最小, P 次之, K 变化最大。回归分析结果(表 9)表明,速效 P 含量对印楝生长影响最为明显,它们之间呈显著正相关。速效 K 含量也起到明显作用,但相对速效 P 而言则效果稍差,它们之间呈显著正相关。

3.3.2 土壤有机质含量及酸碱度 根据测定结果,印楝林地的有机质含量较低且变化较大,调查样地土壤属于酸性至微碱性。相关分析结果表明,土壤有机质含量和酸度与印楝树高生长指标的相关系数均未达到显著水平。说明土壤的酸度和有机质含量尚未成为限制印楝生长的重要因子。

3.4 立地条件对印楝生长影响的综合分析

3.4.1 主导因子的筛选 前面的单因子回归分析是以其他自变量一致的假设为前提,仅考虑到某一立地因子对印楝生长的影响,它忽略了立地因子的多变性以及各个因子之间的相互作用。因此,为了探讨影响印楝生长的主导因子及其组合对印楝生长的作用,在逐个分析单项立地因子影响的基础上,采用逐步回归对上述因子进行筛选。计算结果表明,坡位(X_1)、有机质含量(X_2)、土壤毛管孔隙度(X_3)被选入多元回归方程。结果如下:

$$Y_1 = 0.456 1 + 0.097 5X_1 + 0.087 9X_2 + 0.077 4X_3$$

$$(R=0.6344, \rho=0.0102, Se=0.1907) \quad (1)$$

$$Y_2=0.5566+0.1130X_1+0.0763X_2+0.0676X_3$$

$$(R=0.5949, \rho=0.0184, Se=0.2026) \quad (2)$$

$$Y_3=-0.1023+0.2042X_1+0.1450X_2+0.0331X_3$$

$$(R=0.7931, \rho=0.0003, Se=0.1583) \quad (3)$$

$$Y_4=-0.0299+0.1464X_1+0.1353X_2+0.0251X_3$$

$$(R=0.7931, \rho=0.0003, Se=0.1176) \quad (4)$$

以上方程表明, 坡位、土壤有机质含量、土壤毛管孔隙度是影响印楝生长的主要立地因子。当土壤有机质含量和土壤毛管孔隙度不变时, 从山顶到沟谷(河谷), 林分高生长量逐渐增加; 当坡位和土壤毛管孔隙度不变时, 林分高生长量随有机质含量增加而增加; 当坡位和土壤有机质含量不变时, 在一定范围内毛管孔隙度越大则林分高生长量越大。

3.4.2 主导因子综合作用分析 通过逐步回归, 在众多的立地因子中, 将坡位、土壤有机质含量、土壤毛管孔隙度 3 个因子选入方程, 分别反应了印楝人工林的立地特征。逐步回归结果与前述单因子分析不但没有矛盾, 而且是各种立地因子与林木生长关系的综合性和实质性描述。但并不是说这 3 个因子对印楝生长的作用是均等的, 他们之间也有主次之分。偏相关系数分析结果表明, 如果以 Y_1 、 Y_2 作为因变量, 土壤有机质含量作用最大, 依次是坡位和土壤毛管孔隙度; 如果以 Y_3 、 Y_4 作为因变量, 则坡位最重要, 依次是土壤毛管孔隙度和土壤有机质含量(表 10)。

表 10 主导立地因子与树高生长指标之间的偏相关系数

变量	X_1	X_2	X_3
Y_1	0.4265	0.5526	0.1978
Y_2	0.4524	0.4760	0.1637
Y_3	0.7759	0.4127	0.7315
Y_4	0.7647	0.4947	0.7384

表 11 林分平均木和优势木生长量指标的相关矩阵

变量	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4
Y_1	1	0.9757	0.9609	0.9143
Y_2		1	0.9276	0.8788
Y_3			1	0.959
Y_4				1

3.4.3 不同树高生长指标对立地因子的反应程度 为了消除年龄差异的影响, 前述分析采用了 4 项树高生长指标, 它们之间既相互联系又有一定的区别, 尤其是对立地因子变化的反应程度不同。从回

归效果可以看出, 方程(3)、(4)的复相关系数及显著水准比方程(1)、(2)高, 回归剩余标准差比方程(1)、(2)小。由此表明, Y_3 (林分优势木年均生长量)、 Y_4 (林分优势木树高总生长量与理论生长量之比)对立地因子变化的反应更加灵敏(表 11)。与平均木相比, 优势木对立地因子的反应更加灵敏、回归效果更好, 但平均木与优势木在生长量上存在着极显著的相关关系。因此, 在实际应用中, 可以用林分优势木树高年均生长量作为立地生产力的主要指标, 以林分平均生长量指标为辅, 减少野外调查工作量。

4 结论

(1) 坡位、土壤毛管孔隙度、土壤有机质含量是影响印楝生长最为主要的三个立地因子。坡位是地形要素中最重要的因子, 不仅是一个位置的概念, 它代表着水分、养分等的生态梯度变化; 毛管孔隙度具有协调土壤通气性、透水性和持水性的作用, 但它与土壤密度、土壤含水量、土壤质地和结构等密切相关, 在一定程度上包含土壤物理性状的许多信息; 土壤有机质作为林木营养的主要来源, 它直接影响土壤养分含量, 并具有活化磷的作用, 能够改善土壤中理化性质, 促进土壤良好结构的形成, 增加土壤的疏松性、通气性及透水性。

(2) 虽然说印楝是一种耐旱和较耐贫瘠的热带阔叶树种, 对干热气候具有较强的适应能力, 但它适生于土层深厚、水肥充足、石砾较少的山坡下部, 而在土层较薄、水肥欠缺、石砾较多的山脊和山坡上部生长较差。认识这一点在印楝造林地规划或选择造林地时十分重要, 以培育果实为主要目的商品林, 应选择土层深厚、地势较平缓的山坡中下部作为造林地; 在山坡中上部或山脊以培育公益林为主, 通过适当密植、林草结合、减少干扰、合理更新等措施实施近天然林经营, 促进更快郁闭、提高防护功能; 而土层浅薄、石粒含量较高和土质粘重, 土壤通透性差的地块不宜作为印楝造林地。

(3) 土壤水分是干热河谷地区林木生长的限制因子, 这类地区的土壤(燥红壤)普遍存在缺 P 少 N 的特点, 而印楝生长与土壤含水量、有机质含量、质地、速效 P 含量等有着密切的关系。因此, 应把营林措施的重点放在加强水肥管理方面, 才能保证林地生产力的长期维持。首先, 根据林地土壤水分环境容纳量, 确定不同立地的合理造林密度, 防止土壤干层的形成; 通过推广燎壕整地、鱼鳞状整地等积水造

林技术的应用,提高林地水分保蓄能力和利用效率。其次,通过增施有机肥等途径,提高土壤供肥能力,改善土壤结构、增强土壤通透性等。此外,重视 P 肥在树木生长中的积极作用,在底肥中施用 P 肥,促进根系发育,达到以 P 调水之目的。

参考文献:

- [1] National Research Council. *Neem A Tree for Solving Global Problems* [M]. Washington: National Academy Press, 1992
- [2] 赵善欢,蔡德智. 印楝引种试验初报[J]. 华南农业大学学报, 1989, 10(2): 34~ 39
- [3] 赖永祺. 简介耐干旱多功能树种——印楝[J]. 云南林业, 1998, 19(5): 24
- [4] 彭兴民,赖永祺,赵培仙,等. 印楝采种育苗及造林技术初步研究[J]. 西南林学院学报, 2001, 21(3): 133~ 137
- [5] 彭兴民,赖永祺,张燕平,等. 印楝人工幼林生长规律的研究[J]. 林业科学研究, 2002, 15(4): 469~ 473
- [6] 彭兴民,张燕平,赖永祺,等. 印楝生物学特性及引种栽培[J]. 林业科学研究, 2003, 16(1): 75~ 80
- [7] 张燕平,彭兴民,赖永祺,等. 印楝的世界地理分布与引种栽培概况[J]. 林业调查规划, 2002, 27(3): 98~ 101
- [8] Nanang P J Day, Amaligo. Growth and yield of neem (*Azadirachta indica* A. Juss.) plantation in Northern Ghana[J]. *Commonwealth Forestry Review*, 1997, 76(2): 103~ 106
- [9] Jain R C, Tripathi S P, Mahendra Singh, et al. Volume table for *Azadirachta indica* for Gujarat region[J]. *Indian Forester*, 1998, 123(2): 123~ 133
- [10] 沈国舫,关毓秀. 影响北京市西山地区油松人工林生长的立地因子[J]. 北京林学院学报, 1979, 1(1): 96~ 104
- [11] 沈国舫,杨敏生,韩明波. 京西山区油松人工林的适生立地条件及生长预测[J]. 林业科学, 1985, 21(1): 10~ 19
- [12] K. A 阿姆森. 森林土壤: 性质和作用[M]. 林伯群,周国光译. 北京: 科学出版社, 1984

本刊加入《中国学术期刊(光盘版)》 和“中国期刊网”的声明

为适应我国信息化建设需要,扩大作者学术交流渠道,本刊已加入《中国学术期刊(光盘版)》和“中国期刊网”。作者著作权使用费与本刊稿酬一次性给付。如作者不同意将文章编入该数据库,请在来稿时声明,本刊将做适当处理。

《林业科学研究》编辑部

2005 年 1 月

本刊加入“万方数据资源系统(ChinaInfo) 数字化期刊群”的声明

为了实现科技期刊编辑、出版发行工作的电子化,推进科技信息交流的网络化进程,本刊现已入网“万方数据资源系统(ChinaInfo)数字化期刊群”,所以,向本刊投稿并录用的稿件文章,将一律由编辑部统一纳入“万方数据资源系统(ChinaInfo)数字化期刊群”,提供信息服务。如作者不同意将文章编入数据库,请在来稿时声明,本刊将做适当处理。作者著作权使用费与本刊稿费一次性给付,不再另付。

《林业科学研究》编辑部

2005 年 1 月