

# 元谋干热河谷印楝幼林施肥效应初步研究

郑益兴<sup>1</sup>, 刘秀贤<sup>1</sup>, 杨朝凤<sup>2</sup>, 郑国荣<sup>3</sup>, 张燕平<sup>1</sup>

(1. 中国林业科学研究院资源昆虫研究所, 云南 昆明 650224; 2. 云南省元谋县黄瓜园镇林业站, 云南 元谋 651300;  
3. 云南省元谋县林业局, 云南 元谋 651300)

**摘要:** 对元谋干热河谷印楝人工幼林经 22 个月施肥试验, 结果表明: 施肥对幼林的生长有非常明显的增益效果。综合 N、P、K 肥各水平对幼林生长的反应,  $N_{150}P_{150}K_{50}$  是印楝幼林比较优越的施肥配方, 该处理的树高和地径分别是对照的 1.9 倍和 2.7 倍; 施肥处理的肥效指数达到 2.86~14.17, 树高、胸径生长对 P、N 肥反应敏感; 偏相关分析表明: N、P、K 肥与幼林各生长性状之间都存在正相关, 但只有 N、P 肥对幼林生长相关关系显著。

**关键词:** 印楝; 施肥效应; 干热河谷; 元谋

中图分类号: S723.7 文献标识码: A

## Preliminary Study on Fertilization Effectiveness of *Azadirachta indica* Young Plantation in Yuanmou Dry-hot Valley

ZHENG Yi-xing<sup>1</sup>, LIU Xiu-xian<sup>1</sup>, YANG Chaofeng<sup>2</sup>, ZHENG Guo-rong<sup>3</sup>, ZHANG Yan-ping<sup>1</sup>

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

2. Forestry Station of Huangguayuan Town, Yuanmou County, Yunnan Province, Yuanmou 651300, Yunnan, China;

3. Forestry Bureau of Yuanmou County, Yunnan Province, Yuanmou 651300, Yunnan, China)

**Abstract:** Twenty-two months' test in Yuanmou dry-hot valley showed there was high significant increase effect for *Azadirachta indica* young plantation's fertilization. The most effective treatment was  $N_{150}P_{150}K_{50}$  according to the growth response of N, P and K on young plantation, whose height growth increment was 1.9 times that of non-fertilizer treatment. The growth increment of basal diameter was 2.7 times that of CK. The index of fertilizing effect of these treatments reached 2.86~14.17. The growth of height, and basal diameter of *Azadirachta indica* young plantation were sensitive to P and N. The result of partial correlation analysis showed there existed positive correlation between young plantation's growth and N, P and K. However, only N and P had significant effect on the growth of *Azadirachta indica* young plantation.

**Key words:** *Azadirachta indica*; fertilization effectiveness; dry-hot valley; Yuanmou

印楝(*Azadirachta indica* A. Juss.), 楝科(Meliaceae)乔木树种。1986年由华南农业大学首次引进广东试种<sup>[1]</sup>; 1995年中国林业科学研究院资源昆虫研究所引种印楝入干热河谷栽培, 并取得成功<sup>[2]</sup>。印楝因具有耐干热兼多用途的特点<sup>[3]</sup>, 近年来成为干热河谷区荒山造林及绿化树种之一, 目前, 人工种植面积在热区正逐步扩大。人工施肥是维持林地肥力

的科学手段之一, 合理施肥能促进印楝幼林前期生长, 提早开花结实, 增加结实产量。本文通过研究元谋干热河谷地区 N、P、K 肥的组合配方, 初步了解各施肥因子对印楝幼林早期的生长反应, 为印楝各龄期的合理施肥提供科学依据, 同时研究印楝施肥对提高适生区印楝农药原料林地的生产力, 对实现印楝产业化的原料自给具有指导意义。

收稿日期: 2004-04-12

基金项目: 云南省“十五”攻关课题“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)及“十五”国家科技攻关项目“干热河谷生态恢复技术与示范”(2001BA606A07)部分研究内容

作者简介: 郑益兴(1972-), 男, 四川射洪人, 助理研究员。

## 1 试验地自然概况

试验地位于元谋干热河谷盆地, 25°40' N, 101°52' E, 平均海拔 1 100 m。年均气温 21.9 °C, 极端最高气温 42 °C, 最低气温 -2 °C, 年降水量 613.8 mm, 集中于 5—9 月, 占 92%; 年蒸发量 3 911.2 mm, 日照率 62%, 年干燥度 4.4 (以 Penman 公式计算)<sup>[4]</sup>。试验地自然植被以车桑子 (*Dodonaea viscosa* (Linn.) Jacq)、苦刺 (*Sophora viciifolia* Hance)、小桐子 (*Jatropha curcas* Linn.) 及扭黄茅 (*Heteropogon contortus* (L.) Beauv.) 为主。土壤母岩为河湖相沉积岩, 土壤以冲积和堆积而成, 以燥红土为主, 因长期淋溶风化, 缺 P 少 N 是其土壤养分状况的一大特点。

## 2 材料与方方法

### 2.1 供试肥料与试验处理

2.1.1 供试肥料 N: 尿素, 含有效 N 46%; P: 钙镁磷肥, 含 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 18%; K: 氯化钾, 含 K<sub>2</sub>O 60%。

2.1.2 试验设计 试验以 N、P、K 为 3 个施肥因子,

各 3 个施肥水平, 以 L<sub>9</sub>(3<sup>4</sup>) 正交表进行试验设计产生 9 个施肥处理(配方), 以 CK 不施肥为对照。处理小区随机排列, 3 次重复, 每小区 25 株(5 株行方块小区), 其中间 9 株为观测株, 试验处理组合见表 1、2。

### 2.2 整地方式与苗木定植

试验地采用块状整地, 雨季前带状割除植塘 1.5 m<sup>2</sup> 范围杂灌后整地挖塘, 种植塘规格为 60 cm × 60 cm × 60 cm; 雨季来临前回填表土和心土。

供试印楝苗由元谋县林业局提供, 为容器实生苗, 出圃高度 45~60 cm。定植前全部截干为 40 cm, 雨季栽植, 株行距 3 m × 4 m, 初植密度 840 株·hm<sup>-2</sup>, 供试面积 0.9 hm<sup>2</sup>。定植时间 2002 年 7 月 10—12 日。

表 1 试验肥种及各水平施肥量 g·株<sup>-1</sup>

施肥水平	因子		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1	50	50	25
2	100	100	50
3	150	150	100

表 2 施肥试验处理

处理号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10(CK)
配方	N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>25</sub>	N <sub>50</sub> P <sub>100</sub> K <sub>50</sub>	N <sub>50</sub> P <sub>150</sub> K <sub>100</sub>	N <sub>100</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	N <sub>100</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	N <sub>100</sub> P <sub>150</sub> K <sub>25</sub>	N <sub>150</sub> P <sub>50</sub> K <sub>100</sub>	N <sub>150</sub> P <sub>100</sub> K <sub>25</sub>	N <sub>150</sub> P <sub>150</sub> K <sub>50</sub>	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>

### 2.3 施肥及试验观测

基肥: 钙镁磷肥作基肥一次施入。尿素、氯化钾既作基肥又作追肥, 分两批等量施入。

追肥: 造林后第 10 个月(第 2 年雨季初)施入。

本试验以幼林的树高、地径和胸径生长量作为肥效的主要考核指标。造林后于 4 个月、12 个月、16 个月和 22 个月时分别在雨季末和雨季初测量其生

长量, 并调查成活率。

### 2.4 土壤理化性质测定

2.4.1 试验地土壤养分测定(表 3) 全 N 采用开氏定 N 法; 全 P 采用 NaOH 碱熔法; 全 K 用酸溶火焰法; 速效 P 用 Olsen 法; 速效 N 用扩散皿法; 速效 K 用火焰光度法; pH 值用电位法测定; 有机质含量测定采用 K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> 法。

表 3 试验地土壤养分状况

土壤层次 cm	有机质	全 N (g·kg <sup>-1</sup> )	全 P	全 K	速效			pH 值
					速 K	速 N (mg·kg <sup>-1</sup> )	速 P	
0~20	2.3	0.33	0.07	6.01	12.04	痕迹	56.27	5.99
20~40	6.3	0.36	0.19	15.67	20.67	0.19	41.02	6.58
40~70	5.4	0.55	0.22	14.88	20.02	痕迹	122.1	5.64
70~200	1.6	0.43	0.15	14.87	12.18	痕迹	93.28	5.78

2.4.2 试验地土壤水分及物理性状测定(表 4) 含水量采用常压干燥法; 比重采用比重瓶法; 容重测定

采用封蜡法; 土壤颗粒组成测定采用吸管法。

表 4 试验地土壤水分及物理性状

土壤层次 cm	土壤 质地	土壤水分 ( $g \cdot kg^{-1}$ )		土壤容重、比重 ( $g \cdot cm^{-3}$ )		土壤颗粒组成/%	
		含水量	最大持水量	容重	比重	砂粒	黏粒
0~ 20	壤质砂土	3.9	173.6	1.43	2.639	82.66	8.12
20~ 40	砂质壤土	102.7	463.5	1.18	2.605	68.88	13.86
40~ 70	砂质粘土	64.1	208.1	1.68	2.671	50.83	37.32
70~ 200	砂质粘壤土	54.0	172.5	1.80	2.611	59.21	32.81

### 3 结果与分析

#### 3.1 施肥对印楝幼林生长的影响

表 5 各施肥处理对印楝幼林生长影响的方差分析 ( $F$  值)

龄期 月	树高		地径		胸径		$F_{\alpha}$
	处理	区组	处理	区组	处理	区组	
4	2.514	2.351	2.143	1.689			$F_{0.05}(8, 16) = 2.59$
12	5.593	0.957	5.314	0.633			$F_{0.01}(8, 16) = 3.89$
16	10.396	0.562	5.778	2.213	1.611	0.505	$F_{0.05}(2, 16) = 3.63$
22	4.554	1.292	6.087	3.541	1.374	1.963	$F_{0.01}(2, 16) = 6.23$

表 6 不同施肥处理对印楝幼林树高生长的邓肯多重比较

处理	4 个月			处理	12 个月			处理	16 个月			处理	22 个月		
8	62.9	a	A	8	134.4	a	A	9	172.8	a	A	9	179.4	a	A
9	61.3	a	A	9	119.8	ab	AB	8	162.4	a	AB	8	170.9	a	AB
7	59.9	ab	A	7	108.8	abc	ABC	7	162.2	a	AB	6	170.0	a	AB
3	56.6	ab	A	2	102.4	bc	BC	2	135.2	b	B	7	142.5	b	BC
5	56.6	ab	A	3	94.8	bc	BC	1	135.2	b	B	3	139.0	b	BC
1	52.1	ab	A	6	92.9	bc	BC	3	132.1	b	B	2	138.6	b	BC
4	52.0	ab	A	5	90.8	bc	BC	4	124.3	b	B	5	130.4	b	C
2	48.2	ab	A	1	89.3	bc	BC	5	123.4	b	B	4	129.4	b	C
6	48.0	ab	A	4	82.0	c	C	6	112.3	b	B	1	121.2	b	C
10	44.6	b	A	10	61.6	d	D	10	82.2	c	C	10	95.2	c	C

表 7 不同施肥处理对印楝幼林地径生长的邓肯多重比较

处理	4 个月			处理	12 个月			处理	16 个月			处理	22 个月		
9	0.99	a	A	9	2.29	a	A	9	2.96	a	A	9	3.23	a	A
7	0.90	a	A	7	1.96	ab	AB	7	2.70	ab	AB	7	2.95	ab	AB
8	0.86	a	A	8	1.93	ab	AB	8	2.49	abc	AB	8	2.79	abc	AB
5	0.86	a	A	3	1.67	b	AB	1	2.16	bc	AB	1	2.35	bc	AB
3	0.84	a	A	4	1.54	b	AB	3	1.94	bc	AB	3	2.18	bc	AB
1	0.83	a	A	5	1.53	b	AB	2	1.90	bc	AB	5	2.06	c	AB
4	0.79	a	A	1	1.34	b	B	5	1.85	bc	AB	4	2.03	c	B
6	0.75	a	A	2	1.29	b	B	4	1.80	bc	B	2	2.02	c	B
2	0.67	a	A	6	1.29	b	B	6	1.64	c	B	6	1.79	c	B
10	0.58	b	A	10	0.87	c	C	10	1.13	d	C	10	1.20	d	C

通过对印楝幼林不同龄期生长性状的方差分析,结果(表 5)表明:幼林在 4 个月时,各施肥处理间树高生长差异开始显著,但未到极显著水平,施肥处理间地径生长差异不显著;当生长到 12 个月、16 个月和 22 个月时,幼林 9 个处理的树高、地径差异均达极显著水平;胸径在第 16 个月时开始出现,但直到 22 个月时胸径生长差异仍达不到显著水平。

进一步作邓肯多重比较,结果(表 6~ 8)表明:在幼林各龄期,施肥处理与对照在树高、地径性状上的生长差异都达到显著水平,除第 4 个月林龄外,其它林龄施肥处理与对照间的树高、地径生长差异达到极显著水平,但胸径与对照间的差异不显著;施肥处理间的差异主要表现在处理 9 与其它施肥处理间达到显著至极显著水平,施肥处理在第 22 个月时,最佳处理 9 与对照处理 10 相比树高是后者的 1.9 倍,地径相差达 2.7 倍,这说明施肥对印楝幼林生长有非常明显的增益效果;同时,在前 22 个月,处理 9 的地径生长一直名列前茅,其树高生长从第 16 个月开始从第 2 位提升到第 1 位。

表 8 不同施肥处理对印楝幼林胸径生长邓肯多重比较

处理	16 个月	处理	22 个月
9	0.65 a	9	0.96 a
7	0.55 a	6	0.88 a
8	0.45 a	8	0.83 a
6	0.40 a	7	0.83 a
5	0.36 a	4	0.76 a
4	0.35 a	3	0.71 a
3	0.33 a	5	0.65 a
1	0.30 a	1	0.58 a
2	0.29 a	2	0.49 a
10	0.31 a	10	0.35 a

通过图 1 和图 2 的生长折线图,可以看出不同施肥处理间的生长差异和生长规律:在施肥后 4 个月到第 12 个月(第 10 个月施追肥)直至第 16 个月,树高和地径的生长速率很快,到 16 个月生长开始减慢,而且图中作施肥处理的树高和地径在第 12 个月到第 16 个月之间有一个加速生长过程,这是因为第 10 个月加施追肥后时逢雨季,生长迅速;而 16 个月到 22 个月期间是干热河谷的旱季时段,生长缓慢,所以选择雨季施肥效果佳。

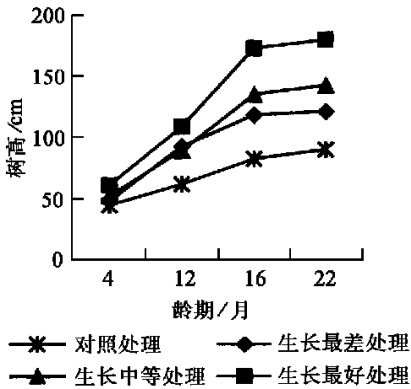


图 1 不同龄期树高生长折线图

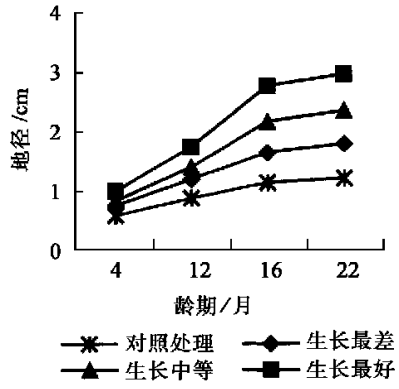


图 2 不同龄期地径生长折线图

3.2 印楝幼林施肥效应

根据表 9 施肥处理对 22 个月生幼林的肥效正交方差分析来看:不同的 K 水平对 22 个月幼林生长影响不显著,不同的 P 水平对幼林地径生长差异达极显著水平,而不同 N 水平对地径生长差异为显著水平;N 和 P 对幼林树高、胸径生长的影响均达极显

著水平。由不同处理间的生长差异显著或极显著到不同 N、P、K 施肥水平间的差异显著或不显著,说明了 N、P、K 配合施用的生长效应明显到极明显。从方差的 F 值检验来看,树高和地径生长对 P、N 肥较为敏感,这种敏感性与土壤养分含量状况密切相关,这一点可以从表 3 得到证实。

表 9 22 个月生各生长指标的肥效正交方差分析

变异来源	自由度	树高			地径			胸径		
		平方和	均方	F 值	平方和	均方	F 值	平方和	均方	F 值
N	2	536.27	268.135	73.88	0.0624	0.0312	4.11	0.0803	0.040	16.0
P	2	92.04	46.020	12.68	0.0922	0.0461	6.06	0.0448	0.022	8.80
K	2	11.31	5.655	1.56	0.016	0.008	1.05	0.0048	0.0024	0.96
误差	20	72.58	3.629		0.152	0.0076		0.0501	0.0025	

注:  $F_{0.05}(2, 26) = 3.49$   $F_{0.01}(2, 26) = 5.85$

从表 10 共计 10 种处理对 22 个月生印楝幼林施肥生长反应的肥效指数<sup>[5]</sup>及效应值来看, 各处理的施肥效应是很明显的, 肥效指数均值达 7.38, 最大值达到 14.17, 最好处理与最差处理间肥效指数差值达 11.31, 肥效指数的这种差异正好反映了不同施肥处理对印楝幼林生长影响的效果。

进一步作 N、P、K 不同施肥水平与印楝幼林生长量关系的分析(表 11), 结果表明: (1) 从 N 水平来看, 各龄期阶段 N3 水平对树高、地径和胸径的影响都明显优于 N1 和 N2 水平, N1 在树高生长方面均优于 N2 水平, 但在胸径生长方面低于 N2 水平; 在地径生长方

面, N1 在前 12 月低于 N2 水平, 到 16 月后却高于 N2 水平。(2) 从 P 水平来看, 除第 12 个月 P 不同水平对树高生长差异较明显外, 其余各龄期对树高生长的影响都相近; 在地径生长方面, 从各龄期 P 水平的效应值来看, P3 水平较优, P1 水平次之。(3) 从 K 水平来看, 各龄期对树高生长影响差异都不大, 但从对地径生长的影响综合来看 K2 优于其它两水平。

综合上述 N、P、K 肥各水平对印楝幼林各生长性状反应的效应值来分析, N3、P3 和 K2(即 N<sub>150</sub>、P<sub>150</sub>、K<sub>3</sub>) 是比较优越的施肥配方组合。

表 10 不同处理对 22 个月生印楝幼林施肥生长反应的肥效值

处理号	树高反应		地径反应		胸径反应		肥效指数 R
	树高/cm	效应/%	地径/cm	效应/%	胸径/cm	效应/%	
1	142.5	127	2.35	195	0.58	166	4.10
2	139.0	145	2.02	168	0.49	140	2.86
3	138.6	146	2.18	182	0.71	203	5.98
4	130.4	136	2.03	169	0.76	217	6.45
5	129.4	137	2.06	172	0.65	243	4.68
6	121.2	178	1.79	149	0.88	251	8.04
7	170.0	149	2.95	246	0.83	237	10.03
8	170.9	179	2.79	232	0.83	237	10.09
9	179.4	188	3.23	269	0.96	274	14.17
10	95.2	100	1.20	100	0.35	100	1.00

注: 肥效指数= 施肥区 D<sup>2</sup>H/ 对照区 D<sup>2</sup>H

表 11 不同肥种水平与印楝幼林树高、地径和胸径的生长量

生长性状	龄期 / 月	N			P			K		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
树高 / cm	4	52.32	52.21	61.36	54.67	55.91	55.31	54.34	58.83	57.72
	12	95.55	88.58	120.99	93.39	109.2	102.53	105.55	101.43	98.15
	16	134.20	120.0	165.84	140.61	140.34	139.09	136.64	144.12	139.28
	22	140.07	127.04	173.48	147.67	149.67	146.43	144.91	146.49	146.01
地径 / cm	4	0.78	0.80	0.92	0.84	0.80	0.86	0.81	0.82	0.87
	12	1.43	1.45	2.06	1.61	1.58	1.75	1.52	1.71	1.72
	16	2.00	1.76	2.71	2.22	2.08	2.18	2.09	2.22	2.16
	22	2.18	1.96	2.99	2.40	2.29	2.44	2.31	2.43	2.40
胸径 / cm	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	16	0.31	0.37	0.55	0.40	0.37	0.46	0.38	0.43	0.41
	22	0.59	0.76	0.87	0.72	0.66	0.85	0.76	0.74	0.73

### 3.3 各施肥因子对印楝幼林生长影响的偏相关分析

为探究各施肥试验因子对幼林生长影响的密切程度, 有必要进行施肥因素与生长之间的偏相关分析<sup>[6,7]</sup>。从表 12 分析得知, 不同肥种对印楝幼林的生长影响不同, 把树高、地径和胸径为主要参考指标进行分析, 结果表明: N、P、K 肥与幼林各生长性状都存在正相关; 试验观测的各林期 N 肥对树高、地径的影响均达到显著相关程度, 而 P 肥对树高和地径生

长影响的相关关系在第 12 个月后才开始表现出显著差异; K 肥对树高、地径和胸径的影响均未达到显著相关水平; 各肥种中 N、P 肥对胸径生长的相关性显著, 该结论与本文前面的分析结果基本一致。

此外, 通过各试验因素的不同施肥水平对幼林的生长影响, 可以建立 N、P、K 与幼林生长性状之间的回归方程(表 13), 经过复回归检验, 除各施肥因素与胸径之间的回归不显著外, 其余关系式都能代表

施肥因素各水平与其生长性状之间的关系,表中回归方程标准化系数的大小反应了 N、P、K 各肥种对

幼林生长影响的贡献程度,这一结果与本文前面分析结论基本吻合。

表 12 各试验因素对生长影响的偏相关分析(偏相关系数)

龄期 /月	生长性状											
	树高				地径				胸径			
	N	P	K	R 复	N	P	K	R 复	N	P	K	R 复
4	0.805*	0.366	0.492	0.844	0.794*	0.473	0.520	0.854				
12	0.790*	0.530*	0.194	0.837	0.861*	0.576*	0.458	0.893				
16	0.797*	0.696*	0.509	0.810	0.800*	0.564*	0.338	0.806	0.789*	0.581*	0.163	0.793
22	0.810*	0.570*	0.322	0.815	0.818*	0.659*	0.358	0.826	0.627*	0.579*	0.083	0.702

注:  $r_{0.10} = 0.527$

表 13 各试验因素(N、P、K)与印楝幼林生长性状的复回归方程

龄期 /月	生长 性状	复回归方程	复回归检 验 F 值	标准化系数		
				N	P	K
4	树高	$y = 43.96 + 0.086x_1 + 0.00184x_2 + 0.0452x_3$	4.95	0.716	0.0153	0.264
	地径	$y = 0.598 + 0.00149x_1 + 0.00322x_2 + 0.00874x_3$	5.93	0.656	0.270	0.141
12	树高	$y = 65.52 + 0.280x_1 + 0.117x_2 - 0.0682x_3$	4.69	0.716	0.299	0.122
	地径	$y = 0.828 + 0.00598x_1 + 0.00108x_2 + 0.00204x_3$	7.85	0.753	0.180	0.136
16	树高	$y = 92.061 + 0.377x_1 + 0.0464x_2 + 0.0775x_3$	3.81	0.730	0.415	0.089
	地径	$y = 1.242 + 0.00792x_1 + 0.00349x_2 + 0.00135x_3$	3.72	0.625	0.642	0.033
	胸径	$y = 0.251 + 0.00184x_1 + 0.000784x_2 - 0.00297x_3$	3.04	0.816	0.0034	-0.923
22	树高	$y = 102.097 + 0.382x_1 + 0.0315x_2 + 0.0452x_3$	3.95	0.765	0.636	0.063
	地径	$y = 1.327 + 0.00892x_1 + 0.00418x_2 + 0.00176x_3$	4.29	0.617	0.661	0.106
	胸径	$y = 0.612 + 0.00188x_1 + 0.000349x_2 - 0.00131x_3$	1.94	0.684	0.126	-0.336

注:  $F_{0.10} = 3.29$ ,  $F_{0.05} = 3.46$

## 4 小结

(1) 施肥对 4~22 个月印楝幼林的生长有非常明显的增益效果,各施肥处理与对照间在树高、地径等性状方面差异均达到显著至极显著水平,施肥处理间以  $N_{150}P_{150}K_{50}$  和其它施肥处理之间差异达到显著水平。

(2) N 肥和 P 肥对 22 个月生印楝幼林的树高、胸径生长的影响均达到极显著水平,不同的 P、N 水平对 22 个月生幼林地径生长影响的差异分别达极显著和显著水平,而不同的 K 水平对 22 个月生幼林的树高、地径和胸径生长影响的差异都不显著;印楝幼林施肥处理的肥效指数达到 2.86~14.17。

(3) 在 N 和 P 各三个施肥水平中,  $N_{150}$  和  $P_{150}$  对树高、地径和胸径的影响都各自优于其它两个水平;尽管不同 K 水平对幼林的生长量差异都不显著,但综合各龄期的效应值来看  $K_{50}$  优于  $K_{100}$  和  $K_{25}$  水平。由此,结论认为  $N_{150}P_{150}K_{50}$  是印楝幼龄林比较优越的施肥配方。

(4) N、P、K 肥与幼林各生长指标之间都存在正

相关关系,但不同肥种对印楝幼林的生长影响不同: N 肥对树高、地径的相关关系在各林期均达到显著水平,而 P 肥对树高和地径的显著相关关系在第 12 个月时才表现出来, K 肥对树高、地径和胸径的影响均未达到显著相关程度。

## 参考文献:

- [1] 赵善欢,张业光,蔡德智,等. 印楝引种试验初报[J]. 华南农业大学学报, 1989, 10(2): 34~39
- [2] 赖永祺. 简介耐干旱多功能树种——印楝[J]. 云南林业, 1998, 19(5): 24
- [3] Schmutterer H. The Neem Tree[M]. Gemary: VCH Verlagsgesellschaft mbH, 1995
- [4] 何毓蓉,徐建忠,黄成敏,等. 金沙江干热河谷区变性土的特征及系统分类[J]. 土壤学报, 1995, 32(增刊): 102~103
- [5] 张学武. 福建柏幼林施肥试验的研究[J]. 江西农业大学学报, 2002, 24(5): 631~632
- [6] 李贻铨,张建国,纪建书,等. 杉木施肥肥效与增益持续性研究[J]. 林业科学研究, 1996, 19(增刊): 18~26
- [7] 上海师范大学数学系. 回归分析及其试验设计[M]. 上海: 上海教育出版社, 1986