

配方施肥对八角幼林生长结实的影响

肖良俊, 宁德鲁*, 李勇杰, 廖永坚, 毛云玲, 韩明跃, 陈海云

(云南省林业科学院, 云南 昆明 650204)

摘要:采用 4 因素 3 水平的正交试验设计,研究了配方施肥对八角幼林产量、树高、冠幅和地径的影响。经直观分析和方差分析进行综合评价,结果表明,八角幼林产量最佳施肥比例是 $K_2B_1N_3P_3$ 即(氯化钾 250 g·株⁻¹、硼肥 25 g·株⁻¹、尿素 489.1 g·株⁻¹、钙镁磷肥 833.3 g·株⁻¹),树高增长最佳施肥比例是 $N_3K_2P_2B_2$ 即(尿素 489.1 g·株⁻¹、氯化钾 250 g·株⁻¹、钙镁磷肥 555.6 g·株⁻¹、硼肥 50 g·株⁻¹),冠幅增大最佳施肥比例是 $N_3P_3K_2B_1$ 即(尿素 489.1 g·株⁻¹、钙镁磷肥 833.3 g·株⁻¹、氯化钾 250 g·株⁻¹、硼肥 25 g·株⁻¹),地径增粗最佳施肥比例是 $K_3P_3B_3N_1$ 即(氯化钾 375 g·株⁻¹、钙镁磷肥 833.3 g·株⁻¹、硼肥 75 g·株⁻¹、尿素 163 g·株⁻¹)。

关键词:八角;正交试验;配方施肥;增量

中图分类号:S723.7 文献标志码:A 文章编号:1001-7461(2012)03-0087-04

Influences of Formulated Fertilization on Growth and Fruiting of Young *Illicium verum* Plantations

XIAO Liang-jun, NING De-lu*, LI Yong-jie, LIAO Yong-jian, MAO Yun-ling,
HAN Ming-yao, CHEN Hai-yun

(Yunnan Academy of Forestry, Kunming, Yunnan 650204, China)

Abstract: Using four factors and three levels of orthogonal experimental design, the influences of formulated fertilization on the yield, growth of tree height, canopy width and ground diameter of the young plantation of *Illicium verum* were studied. Visual and variance analyses were adopted to carry out comprehensive evaluation. The results showed that the best fertilization ratio on promoting the yield was $K_2B_1N_3P_3$ (potassium chloride 250 g, boric fertilizer 25 g, urea 489.1 g, and calcium magnesium phosphate 833.3 g per plant). The best fertilization ratio on promoting the growth of tree height was $N_3K_2P_2B_2$ (urea 489.1 g, potassium chloride 250 g, calcium magnesium phosphate 555.6 g, and boric fertilizer 50 g per plant). The best fertilization ratio on promoting the growth of ground diameter was $N_3P_3K_2B_1$ (urea 489.1 g, calcium magnesium phosphate 833.3 g, potassium chloride 250 g, and boric fertilizer 25 g per plant). The best fertilization ratio on promoting the growth of canopy width was $K_3P_3B_3N_1$ (potassium chloride 375 g, calcium magnesium phosphate 833.3 g, boric fertilizer 75 g, and urea 163 g per plant).

Key words: *Illicium verum*; orthogonal experiment; formulated fertilization; increment

八角(*Illicium verum*)是云南省重要的经济林树种^[1]。其具有浓郁的芳香气味,在日常生活中常用作煮肉或腌制品的调味香料^[2];还可药用,有驱虫健胃、调中理气、止咳、镇痛、祛寒等功效,能治疗神

经衰弱、消化不良及疥癣等症^[3-4]。配方施肥是促进林木生长、提高产量和质量的重要措施之一,近年来,我国在杉木、桉树、油茶等主要树种适生地区,进行了广泛的施肥试验,提出了各树优化施肥方案和

收稿日期:2011-05-10 修回日期:2012-03-09

基金项目:云南省科技攻关及高新技术发展计划(农业部分)(2006NG26)。

作者简介:肖良俊,男,研究实习生,主要从事经济林良种选育及丰产栽培。E-mail: xiaoliangjun2008@126.com

* 通讯作者:宁德鲁,男,研究员,硕士生导师,主要从事经济林良种选育、丰产栽培等研究推广工作。E-mail: ningdelu@163.com

模型^[5-6]。但有关配方施肥对八角幼林营养生长、产量等影响研究报道尚少,为此设计开展了八角配方施肥试验,以期为生产实践提供指导。

1 材料与方法

1.1 试验地点

试验所用林地地处云南省富宁县里达镇那坡村民委员会龙坪村的 3.33 hm² 集约化栽培试验示范园。位于 23°32′18″N、105°34′5″E,海拔 1 380 m,缓坡地,黄壤,土壤肥力属中下水平。年均降雨 1 200 mm,年平均日照数 1 764 h,年均气温 19.3℃。试验林地土壤的基本情况:土壤 pH4.67,土壤(土层 0~40 cm)有机质含量 20.11 g·kg⁻¹,全 N 含量 0.15 g·kg⁻¹,全 P 含量 1.30 g·kg⁻¹,全 K 含量 6.12 g·kg⁻¹,有效 N 含量 98.53 g·kg⁻¹,有效 P 含量 6.30 g·kg⁻¹,有效 K 含量 51.02 g·kg⁻¹,有效 B 含量 0.68 g·kg⁻¹。

1.2 试验材料

试验材料为 6 年生八角人工幼林,2002 年 10 月定植的 1 年生实生苗,株行距 4 m×5 m,林下植被稀少,密度为 33 株·666.6 m⁻²。供试肥料为 N:尿素(云天化集团),含有效 N 46%;P:钙镁磷肥(云南玉溪钙镁磷肥厂),含 P₂O₅ 18%;K:氯化钾(云天化集团),K₂O 60%;B:硼肥(重庆宝鹏科技有限公司),含有效 B 20%。

1.3 试验设计

采用正交设计 L₉(3⁴)(表 1),4 个肥料因素即尿素、钙镁磷肥、氯化钾、硼肥,各因素 3 个水平^[7-10],每处理 10 株,重复 2 次,另设对照。

表 1 因素及水平 Table 1 Factors and levels					g·株 ⁻¹
水平	因素				
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	B	
1	75	50	75	5	
2	150	100	150	10	
3	225	150	225	15	

于 2007—2009 年连续 3 a,每年 3 月采用环状沟施,3 月完成第 1 次施肥,第 1 次钙镁磷肥全部施用,其余肥料施用 70%;7 月完成第 2 次施肥,施用剩余的 30%。并在每次施肥前对八角的地径、树高、冠幅、结果量等进行测定记录。2009 年 12 月对试验处理进行最后调查。

2 结果与分析

2.1 施肥对八角生长结果影响

施肥对八角幼林产量、树高增长、冠幅扩大、地

径增粗均有不同程度的促进作用(表 2),表 2 中产量为八角初挂果产量,树高、冠幅、地径为每处理增量平均值。

表 2 L₉(3⁴)正交试验方案及试验结果
Table 2 L₉(3⁴) orthogonal design test and result

处理	因素				产量	树高增量	冠幅增量	地径增量
	N	P	K	B	/g	/m	/m ²	/cm
1	1	1	1	1	740	0.82	0.90	3.96
2	1	2	2	2	0	1.33	1.15	3.20
3	1	3	3	3	45	1.19	1.30	5.84
4	2	1	2	3	1 140	1.04	1.15	3.13
5	2	2	3	1	0	1.08	1.00	3.18
6	2	3	1	2	240	0.96	1.15	5.00
7	3	1	3	2	105	1.53	1.35	4.34
8	3	2	1	3	545	1.45	1.45	4.00
9	3	3	2	1	1 705	1.57	2.55	2.98
CK					70	0.75	1.10	2.15

由表 2 可知,9 个处理的平均产量为 502.22 g,是对照 70 g 的 6.17 倍,最高产量处理 9 为对照的 23.36 倍,其中处理 2、5 未见成熟果(幼果未统计);9 个处理平均树高增长量为 1.22 m,比对照 0.75 m 增高 63%,增长最快的处理 9 比对照增高了 109%;9 个处理的平均冠幅增长量为 1.3 m²,比对照 1.1 m² 增大 18%,增幅最大的处理 9 比对照增大 104%;9 个处理平均地径增长量为 3.96 cm,比对照的 2.15 cm 增加了 84%,增长最大的处理 3 比对照 171%。

2.2 极差分析

2.2.1 产量 八角幼林产量的直观分析见表 3。根据极差的大小 4 个因素的主次顺序为 K>B>N>P;各因素的最佳水平为 K₂、B₁、N₃、P₃,即处理组合为 K₂B₁N₃P₃ 时产量最高。

2.2.2 树高增量 由表 3 可知,根据极差的大小 4 个因素的主次顺序为 N>K>P>B;N₃、K₂、P₂、B₂,即 N₃K₂P₂B₂ 树高增长最快。

2.2.3 冠幅增量 由表 3 可知,根据极差的大小 4 个因素主次顺序为 N>P>K>B;N₃、P₃、K₂、B₁,即 N₃P₃K₂B₁ 冠幅增长最大。

2.2.4 地径增量 由表 3 可知,根据极差的大小 4 个因素的主次顺序为 K>P>B>N;K₃、P₃、B₃、N₁,即 K₃P₃B₃N₁ 地径增长最快。

2.3 方差分析

2.3.1 产量 由表 4 可知,根据 F 值大小可知对八角幼林产量影响 4 个因素的主次顺序为 K→B→N→P,4 个因素间差异都达到了极显著($p<0.01$)。

2.3.2 树高增量 由表 4 可知,根据 F 值大小可知对八角树高增量影响 4 个因素主次顺序为 N→K→P→B,其中 N 因素差异显著($p<0.05$),P、K、B

无显著差异。

2.3.3 冠幅增量 由表 4 可知,根据 F 值大小可知对八角冠幅增量影响 4 个因素的主次顺序为 $N \rightarrow P \rightarrow K \rightarrow B$,其中 N 、 P 因素差异极显著($p < 0.01$), K

因素差异显著($p < 0.05$), B 因素无显著差异。

2.3.4 地径增量 由表 4 可知,根据 F 值大小可知对八角地径增量影响 4 个因素的主次顺序为 $K \rightarrow P \rightarrow B \rightarrow N$,4 个因素都无显著差异。

表 3 直观分析结果

Table 3 Result of visual analysis

因素	产量/g				树高增量/cm			
	K ₁	K ₂	K ₃	R	K ₁	K ₂	K ₃	R
N	523	920	1 017	1 047	2.22	2.05	2.99	0.94
P	1 323	363	1 327	963	2.25	2.57	2.43	0.31
K	1 017	1 897	100	1 797	2.14	2.58	2.53	0.43
B	1 630	230	1 153	1 400	2.27	2.54	2.45	0.27

因素	冠幅增量/cm				地径增量/cm			
	K ₁	K ₂	K ₃	R	K ₁	K ₂	K ₃	R
N	2.2	2.2	3.6	1.3	8.66	7.53	7.54	1.13
P	2.3	2.4	3.3	1.1	7.61	6.92	9.21	2.29
K	2.3	3.2	2.4	0.9	8.64	6.20	8.90	2.70
B	3.0	2.4	2.6	0.5	6.74	8.36	8.64	1.62

注:K₁、K₂、K₃ 分别为各因素水平 1、水平 2、水平 3 的均值,R 为极差。

表 4 方差结果分析

Table 4 Result of variance analysis

变异来源	df	产量/g			df	树高增量/cm				
		SS	S ²	F		SS	S ²	F	$F_{0.05}$	$F_{0.01}$
N	2	924 811.1	462 405.56	23.68**	2	0.7 507	0.3 754	6.18*	4.46	8.65
P	2	837 677.8	418 838.89	21.45**	2	0.0 742	0.0 371	0.61		
K	2	2 421 344	1 210 672.22	62.01**	2	0.1 709	0.0 854	1.41		
B	2	1 519 878	759 938.89	38.92**	2	0.0 579	0.0290	0.48		
误差	8	156 200	19 525		8	0.4 859	0.0 607			

变异来源	df	冠幅增量/m ²			df	地径增量/cm				
		SS	S ²	F		SS	S ²	F	$F_{0.05}$	$F_{0.01}$
N	2	1.82	0.91	16.05**	2	1.27	0.63	0.55	4.46	8.65
P	2	1.01	0.51	8.92**	2	4.13	2.07	1.79		
K	2	0.73	0.36	6.43*	2	6.65	3.32	2.87		
B	2	0.22	0.11	1.97	2	3.15	1.58	1.36		
误差	8	0.45	0.06		8	9.25	1.16			

注:“*”表示差异极显著($p < 0.01$),“*”表示差异显著($p < 0.05$)。

2.4 最佳施肥比例的筛选

经直观分析、方差分析^[11],确定八角幼林产量的最佳施肥比例为 K₂B₁N₃P₃ 和实际产量最高的处理 9 一致。树高增量最佳施肥比例为 N₃K₂P₂B₂ 和实际处理 9 基本一致。冠幅增量最佳施肥比例为 N₃P₃K₂B₁ 和实际处理 9 一致。地径增量最佳施肥比例为 K₃P₃B₃N₁ 实际处理 3 基本一致。

3 结论与讨论

施肥是一项重要的营林措施,合理施肥的目的是保证在促进树木生长,提高产量的同时,对土壤达到用养结合,并维护生态功能^[12]。正交设计可以精简试验次数、克服在施肥过程中的盲目性、大大提高工作效率和试验的可靠性^[13-15]。本试验采用正交设计的方法,仅用较少的试验组合,通过极差分析和方

差分析,研究了影响八角幼林产量、地径增量、树高增量和冠幅增量各肥料因素的主次,同时分别筛选了最佳施肥比例。当然,正交设计是一种均一性设计,不可能包括所有处理组合,所以得到的最佳组合在实际中的表现不一定是最好的。

试验结果表明,正交试验的 9 个处理平均产量比对照高6.17倍;平均树高增量比对照增高 163%;平均冠幅增量比对照增大 18%;平均地径增量比对照增粗 84%。

通过极差分析与方差分析发现不同的处理对八角幼林产量、树高生长、冠幅增大、地径增粗等影响存在较大差别。八角幼林产量中 4 个因素的主次顺序为 $K > B > N > P$,4 个因素间差异都达到了极显著($p < 0.01$),幼林产量的最佳施肥比例为 K₂B₁N₃P₃ 即(氯化钾 250 g·株⁻¹、硼肥 25 g·

株⁻¹、尿素 489.1 g·株⁻¹、钙镁磷肥 833.3 g·株⁻¹) 和实际最高产量处理 9 一致。树高增量中 4 个因素的主次顺序为 N>K>P>B,其中 N 因素差异显著($p<0.05$),P、K、B 无显著差异,树高增量最佳施肥比例为 N₃K₂P₂B₂ 即(尿素 489.1 g·株⁻¹、氯化钾 250 g·株⁻¹、钙镁磷肥 555.6 g·株⁻¹、硼肥 50 g·株⁻¹)和实际处理 9 基本一致。冠幅增量中 4 个因素主次顺序为 N>P>K>B,其中 N、P 因素差异极显著($p<0.01$),K 因素差异显著($p<0.05$),B 因素无显著差异,冠幅增量最佳施肥比例为 N₃P₃K₂B₁ 即(尿素 489.1 g·株⁻¹、钙镁磷肥 833.3 g·株⁻¹、氯化钾 250 g·株⁻¹、硼肥 25 g·株⁻¹)和实际处理 9 一致。地径增量中 4 个因素的主次顺序为 K>P>B>N,4 个因素都无显著差异,地径增量最佳施肥比例为 K₃P₃B₃N₁ 即(氯化钾 375 g·株⁻¹、钙镁磷肥 833.3 g·株⁻¹、硼肥 75 g·株⁻¹、尿素 163 g·株⁻¹) 与实际处理 3 基本一致。

参考文献:

[1] 黄卓明.八角[M].北京:中国林业出版社,1994.

[2] 陈海云,宁德鲁,耿树香,等.高含油率的八角优良单株选择[J].安徽农业科学,2010,38(33):18987-18989.

CHEN H Y,NING D L,GENG S X,*et al.* Selection of high oil of *Illicium verum* hook. f. superior individual[J]. Journal of Anhui Agri. Sci.,2010, 38(33):18987-18989. (in Chinese)

[3] 耿树香,尹晓兵,宁德鲁.八角果实含水量及含油量测定实验新方法的研究[J].西部林业科学,2009,39(3):43-46.

GENG SH X,YIN X B,NING D L. New methods on water and oil contents determination of fruit of star anise[J]. Journal of West China Forestry Science,2009, 39(3):43-46. (in Chinese)

[4] 宁德鲁,张雨,陆斌,等.八角丰产栽培技术[J].林业实用技术,2010(2):40-42.

[5] 胡冬南,游红美,袁生贵,等.不同配方施肥对幼龄油茶的影响[J].西北林学院学报,2005,20(1):94-97.

HU D N,YOU M H,YUAN SH G, *et al.* The effect on young *Camellia oleifera* of different formula fertilization[J]. Journal of Northwest Forestry University,2005,20(1):94-97. (in Chinese)

[6] 陈永忠,彭邵峰,王湘南,等.油茶高产栽培系列技术研究一配方施肥[J].林业科学研究,2007,20(5):650-655.

CHEN Y ZH,PENG SH F,WANG X N, *et al.* Study of high yield cultivation technologies of oil-tea *Camellia formulate* fertilization[J]. Forest Research,2007,20(5):650-655. (in Chinese)

[7] 毛洪玉,赵兴华,刘迪.不同氮磷钾配比对仙客来生长发育的影响[J].西北林学院学报,2010,25(2):83-86.

MAO H Y,ZHAO X H,LIU D. Effect of different ratios of nitrogen, phosphorus and potassium on the growth of *Cyclamen persicum*[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2010,25(2):83-86. (in Chinese)

[8] 毛世忠,周太久,唐文秀,等.不同处理对朱砂根坐果及生长的影响[J].西北林学院学报,2010,25(2):93-96.

MAO S Z,ZHOU T J,TANG W X, *et al.* Effects of different treatments on the growth and fruit-set rate of *Ardisia crenate* [J]. Journal of Northwest Forestry University,2010,25(2):93-96. (in Chinese)

[9] 吴大强,汪结明,程潇,等.正交设计优化根癌农杆菌介导的玉米遗传转化体系[J].中国农学通报,2007,21(1):56-60.

WU D Q,WANG J M,CHENG X, *et al.* Optimization of *Agrobacterium tumefaciens* mediated maize genetic transformation using orthogonal experiment[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin,2007,23(11):56-60. (in Chinese)

[10] 胡磊,李吉跃,尚富华,等.不同施肥处理对毛白杨人工林生长及营养状况的影响[J].中国农学通报,2010,26(9):115-121.

HU L,LI J Y,SHANG F H, *et al.* Effects of different fertilization treatments on growth and nutritional status of *Populus tomentosa* plantation [J]. Chinese Agricultural Science Bulletin,2010,26(9):115-121. (in Chinese)

[11] 陈振东,蔡坤秀,林秀香,等.叶底红生根培养因子优选试验[J].福建林业科技,2011,38(1):83-85.

CHEN Z D,CAI K X,LIN X X, *et al.* Optimization of the culture conditions of the rooting of *Phyllagathis fordii* [J]. Jour. of Fujian Forestry Sci. and Tech.,2011,38(1):83-85. (in Chinese)

[12] 冯涛,祝军,卢立新.苹果再生不定芽多因子正交试验[J].莱阳农学院学报,2007,21(1):66-68.

FENG T,ZHU J,LU L X. Study on regeneration of apple (*Malus domestica* Borkh) using orthogonal [J]. Journal of Laiyang Agricultural College,2007, 21(1):66-68. (in Chinese)

[13] 崔永忠,李昆,孙永玉,等.麻风树扦插繁育研究[J].西北林学院学报,2011,24(4):101-104.

CUI Y Z,LI K,SUN Y Y, *et al.* Cutting propagation of *Jatropha curcas* [J]. Journal of Northwest Forestry University, 2011,24(4):101-104. (in Chinese)

[14] 郭熙盛,朱宏斌.不同氮钾水平对结球甘蓝产量和品质的影响[J].植物营养与肥料学报,2004,10(2):161-166.

GUO X S,ZHU H B. Effects of different rates of nitrogen and potash on yield and quality of cabbage[J]. Plant Nutrition and Fertilizer Science. 2004,10(2):161-166. (in Chinese)

[15] 齐红岩,李天来.不同氮钾施用水平对番茄营养吸收和土壤养分变化的影响[J].土壤通报,2006,37(2)268-272.

QI H Y, LI T L. Effects of different rates of nitrogen and potassium on nutrient levels in tomato and soil [J]. Chinese Journal of Soil Science,2006,37(2):268-272. (in Chinese)