

氮磷钾养分对板栗产量的影响

张睿¹, 张国桢², 魏安智³, 吕平会⁴, 何佳林⁴, 季志平⁴

(1. 西北农林科技大学 食品科学与工程学院, 陕西 杨凌 712100; 2. 杨凌职业技术学院, 陕西 杨凌 712100;

3. 西北农林科技大学 生命科学学院, 陕西 杨凌 712100; 4. 西北农林科技大学 林学院, 陕西 杨凌 712100)

摘要:以板栗为研究对象,通过氮、磷、钾三因素三水平肥料试验,建立了三元二次关于板栗产量的施肥模型。结果表明:氮、磷、钾肥对板栗均有增产效应。单一元素施肥时,施肥上限:氮肥 1.61 kg/株、磷肥 1.56 kg/株、钾肥 1.66 kg/株。板栗施肥存在 NK、NP、PK 互作效应。二元施肥时,氮钾肥配合使用 $N:K_2O=0.8:1.0$,氮磷配合施用 $N:P_2O_5=0.8:1.0$,最大用量为 1.8 kg/株;磷钾配合使用 $P_2O_5:K_2O=0.35:0.4$,最大用量为 0.75 kg/株。N、P、K 最大施肥量为每株 N 1.543 kg、 P_2O_5 1.349 kg、 K_2O 1.288 kg,目标产量 4.61 kg。

关键词:板栗;肥料效应函数;平衡施肥

中图分类号:S 664.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2012)21-0155-03

矿质元素是板栗生长结实不可缺少的重要营养物质。缺氮板栗生长减缓,新梢生长势减弱^[1],而过量施氮,易徒长,造成落花落果,果实品质下降^[2]。磷在板栗的营养生长和生殖生长中起着生理生化的调控作用,结果母枝的含磷量与雌花数呈正相关^[3],高磷、高氮有利于板栗的增产^[4],在高磷的基础上喷硼可降低板栗空苞率^[5]。“3414”试验设计具有很大的信息挖掘能力,关于单因素施肥模型的选择问题,近年来国内外有较大的进展^[6-9]。普遍认为,应根据具体情况选择适宜的施肥模型,而线形加平台模型与二次加平台模型更能反映当前生产条件下,由于高产耐肥品种的推广应用,在一定的施肥量范围内,即使过量施肥产量也不下降的效应趋势。多因素施肥模型王兴仁等^[7-8]研究了二元二次肥料效应曲面的多样性,二次型肥料效应函数的极值判别方法和边际分析法确定最佳施肥量的约束条件。李宝珍等^[9]研究了四元二次肥料效应模型。大多数的分析讨论均停留于数值和图形分析上,在生产实际中的应用,尚待进一步深化研究。该试验针对板栗主产区的施肥状况,研究了 N、P、K 三因素三水平施肥模型,旨在为板栗的平衡施肥研究提供一定的基础资料。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地设在陕西省眉县金渠镇安坪村贾志新板栗园内。1994 定植,嫁接苗品种“大红袍”,3 m×4 m。试验小区安排在山坡中下部,海拔 1 100~1 150 m,坡向南偏东 30°,坡度 20°~25°,有效土层 40~60 cm。半干润硅铝土质地中壤,pH 7.0,有机质含量 52.9 g/kg,全氮 3.04 g/kg,全磷 0.79 g/kg,全钾 36.4 g/kg;小区试验同一般田间管理。年均气温 11.4℃,年极端最高平均气温 35.1℃,年极端最低平均气温 -11.8℃,≥0℃积温 4 534.4℃,≥10℃积温 3 834.2℃,年降雨量 610.0 mm,无霜期 210 d,年日照时数为 1 938.0 h。

1.2 试验方法

供试肥料氮肥为尿素含纯氮 460 g/kg;磷肥为过磷酸钙含五氧化二磷(P_2O_5) 160 g/kg;钾肥为硫酸钾含氧化钾(K_2O) 500 g/kg。该试验采用田间试验,氮素施用量设 0、0.16、0.32 kg/株;磷素施用量设 0、0.45、0.90 kg/株;钾素施用量设 0.00、0.15、0.30 kg/株;以不施肥作为对照,共 14 个处理(表 1),随机排列,每处理重复 5 株,共 70 株。供试单株选择生长势相近的植株为待定试验植株,跟踪统计产量 3 a。根据待定试验植株产量状况,将单株产量小于平均单株产量±10%的植株固定为供试单株。翌年 2 月底在树冠周围穴施。生长期调查相关生长指标,收获期统计单株产量。

1.3 数据分析

根据数据回归状况,对部分单株产量数据在连续 3 a 统计该单株产量平均偏差值范围内,进行调整直至取得统计数据最佳的效应函数方程。肥料效应函数应用

第一作者简介:张睿(1961-),男,陕西凤翔人,硕士,高级实验师,现主要从事林业技术与推广工作。

责任作者:魏安智(1961-),男,陕西扶风人,博士,教授,博士生导师,现主要从事经济林栽培的研究工作。E-mail: weianzhi@126.com.

基金项目:国家“十一五”林业科技支撑计划资助项目(2006BAD18B0202)。

收稿日期:2012-07-02

表 1 试验设计及单株产量

Table 1 Experiment design and yield of per tree

| 处理 | 水平 | | | 每株实际施肥量/kg | | | 每株平均 产量/kg |
|-------------|-----------|-----------|-----------|------------|----------|--------|---------------|
| | x_1 (N) | x_2 (P) | x_3 (K) | N | P_2O_5 | K_2O | |
| $N_0P_0K_0$ | 0 | 0 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.2 |
| $N_0P_2K_2$ | 0 | 2 | 2 | 0.00 | 0.90 | 0.30 | 2.0 |
| $N_1P_2K_2$ | 1 | 2 | 2 | 0.16 | 0.90 | 0.30 | 3.6 |
| $N_2P_0K_2$ | 2 | 0 | 2 | 0.32 | 0.00 | 0.30 | 2.5 |
| $N_2P_1K_2$ | 2 | 1 | 2 | 0.32 | 0.45 | 0.30 | 4.0 |
| $N_2P_2K_2$ | 2 | 2 | 2 | 0.32 | 0.90 | 0.30 | 4.0 |
| $N_2P_3K_2$ | 2 | 3 | 2 | 0.32 | 1.35 | 0.30 | 2.8 |
| $N_2P_2K_0$ | 2 | 2 | 0 | 0.32 | 0.90 | 0.00 | 2.1 |
| $N_2P_2K_1$ | 2 | 2 | 1 | 0.32 | 0.90 | 0.15 | 4.4 |
| $N_2P_2K_3$ | 2 | 2 | 3 | 0.32 | 0.90 | 0.45 | 3.1 |
| $N_3P_2K_2$ | 3 | 2 | 2 | 0.48 | 0.90 | 0.30 | 2.4 |
| $N_1P_1K_2$ | 1 | 1 | 2 | 0.16 | 0.45 | 0.30 | 3.5 |
| $N_1P_2K_1$ | 1 | 2 | 1 | 0.16 | 0.90 | 0.15 | 4.1 |
| $N_2P_1K_1$ | 2 | 1 | 1 | 0.32 | 0.45 | 0.15 | 4.3 |

“3414”试验数据分析软件回归计算肥料效应函数,方程化简及有关制图应用 Matlab 软件,其它数据用 Excel 软件处理。

2 结果与分析

2.1 一元效应肥料模型拟合结果分析

N、P、K 一元养分效应函数(图 1)均呈“抛物线”状。当施氮量 0~1.61 kg、施磷量 0~1.56 kg 时和施钾量在 0~1.66 kg 时,板栗产量均与施肥量呈正相关。说明

氮、磷、钾肥对板栗均有增产效应,这一点与板栗实际生产中适量增施氮、磷、钾肥料均有增产,但过量施肥增产效果不明显相一致。

2.2 二元效应肥料模型

经数据分析得 NP、NK、PK 二元养分效应函数(图 2)空间图形均呈“馒头状”。从图 2 均可知,产量垂直投影到 NP、NK 或 PK 养分坐标面上的等值线(等产线),NP、NK、PK 均存在一个组数值可使板栗的产量取得最大。说明 NP、NK、PK 养分对板栗产量存在互作效应,合理配合施用 NPK 肥料有利于板栗的增产。

施肥是向土壤中添加养分的行为。其可理解为提高养分的行为,也可理解为改变土壤养分配比的行为。由图 2 的 NK 效应函数图可知,在 N 0~0.8 kg、K 0~1.0 kg 区间内,N 和 K 共同提高,板栗的产量提高最快,当 N=0.8 kg、K=1.0 kg 时,板栗的产量达到最大值 4.15 kg;图 2 的 NP 效应函数图可知,在 N 0~0.8 kg、P 0~1.0 kg 区间内,N 和 P 共同提高,板栗的产量提高最快,当 N=0.8 kg、P=1.0 kg 时,板栗的产量达最大值 3.86 kg;图 2 中的 PK 效应函数图可知,在 K 0~0.4 kg、P 0~0.35 kg 区间内,K 和 P 共同提高,板栗的产量提高最快,当 N=0.4 kg、P=0.35 kg 时,板栗的产量达到最大值 4.40 kg。较一元函数效应 NPK 肥料的用量均低,说明板栗施肥存在 NK、NP、PK 互作效应。

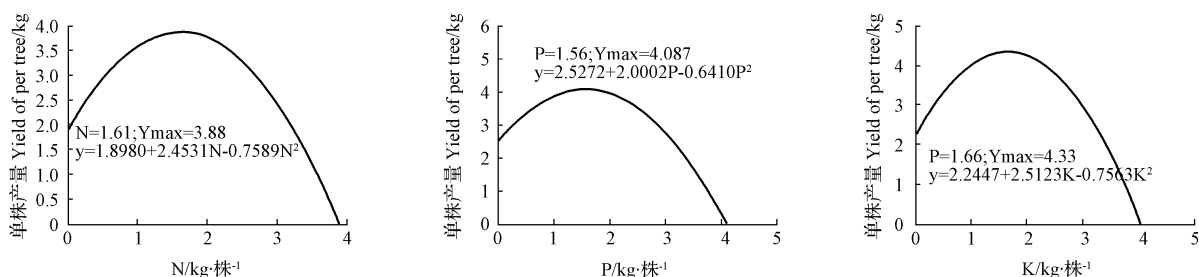


图 1 一元效应函数

Fig. 1 The single elements model of the yield

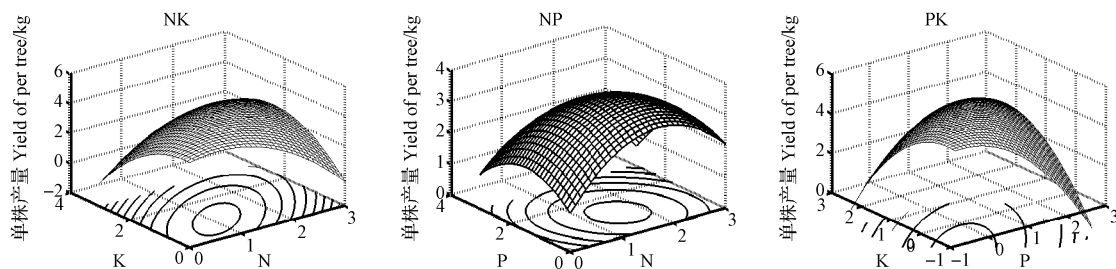


图 2 二元效应函数

Fig. 2 The double elements model of the yield

2.3 三元效应肥料模型

经数据分析得到 N、P、K 三元效应函数方程: $y = 1.12 + 2.67N - 0.90N^2 + 1.63P - 0.58P^2 + 0.38K - 0.68K^2 - 0.40NP - 0.52NK - 0.42NPK$, 计算得 N、P、K 最大施肥量为每株 N 1.543 kg、 P_2O_5 1.349 kg、 K_2O 1.288 kg, 目标产量 4.61 kg。将三元效应函数方程中氮素隐去经计算单株产量为 2.247 kg, 占目标产量的 48.74%; 缺磷单株产量为 2.964 kg, 占目标产量的 64.30%; 缺钾单株产量为 2.519 kg, 占目标产量的 54.65%。不施肥单株产量为 1.446 kg, 占目标产量的 31.356%。

3 结论

该研究以板栗为研究对象,通过 N、P、K 三因素三水平肥料试验,建立了三元二次关于板栗产量的施肥模型,通过模型分析主要得出以下结论。

一元养分效应函数均呈“抛物线”状。氮、磷、钾肥对板栗均有增产效应。单一元素施肥时,注意不可过量。施肥上限:氮肥 1.61 kg/株、磷肥 1.56 kg/株、钾肥 1.66 kg/株。

二元养分效应函数空间图形均呈“馒头状”。板栗施肥存在 NK、NP、PK 互作效应。二元施肥时,氮钾肥配合使用 N : K = 0.8 : 1.0, 氮磷配合施用 N : P = 0.8 : 1.0, 最大用量均为 1.8 kg/株; 磷钾配合施用

P : K = 0.35 : 0.4, 最大用量为 0.75 kg/株。

一元最大施肥量和二元最大施肥量的最高产量均低于三元最大施肥量的最高产量。N、P、K 配合施用最大施肥量建议: 每株 N 1.543 kg、 P_2O_5 1.349 kg、 K_2O 1.288 kg, 其目标产量为 4.61 kg。

参考文献

- [1] 顾曼如, 束怀瑞, 曲桂敏, 等. 红星果实的矿质元素含量与品质的关系[J]. 园艺学报, 1992, 19(4): 301-306.
- [2] 秦岭, 王有年, 韩涛, 等. 板栗三高栽培技术[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 1998.
- [3] 黄宏文, 张力田, 卢英, 等. 磷对板栗结实性能及产量的营养[J]. 园艺学报, 1991, 18(1): 21-26.
- [4] 樊卫国, 唐成万, 安华明, 等. 红油大板栗高产树与低产树的营养特征[J]. 山地农业生物学报, 2001, 20(4): 266-270.
- [5] 李昌周, 艾继周, 戴胜利, 等. 板栗高产的矿质营养基础[J]. 湖北农学院学报, 1994, 14(3): 36-39.
- [6] 全国农业技术推广服务中心. UNDP 平衡施肥项目在中国成效显著[C]//中国农业科学院土壤肥料研究所. 国际平衡施肥学术讨论会论文集. 北京: 中国农业出版社, 1998: 1212.
- [7] 王兴仁. 二元二次肥料效应方程等产线图在科学施肥的位置(一)[J]. 土壤通报, 1985(1): 30-34.
- [8] 王兴仁. 二元二次肥料效应方程等产线图在科学施肥的位置(二)[J]. 土壤通报, 1985(2): 86-88.
- [9] 李宝珍, 王正银, 李加纳, 等. 氮磷钾硼对甘蓝型黄籽油菜产量和品质的影响[J]. 土壤学报, 2005, 42(3): 479-487.

Effect of NPK Nutrient on Yield of *Castanea mollissima* BL

ZHANG Rui¹, ZHANG Guo-zhen², WEI An-zhi³, LV Ping-hui⁴, HE Jia-lin⁴, JI Zhi-ping⁴

(1. College of Foods Science and Engineering, Northwest Science and Technology University of Agricultural and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100; 2. Yangling Vocational and Technology College, Yangling, Shaanxi 712100; 3. College of Life Science, Northwest Science and Technology University of Agricultural and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100; 4. College of Forestry, Northwest Science and Technology University of Agricultural and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100)

Abstract: With *Castanea mollissima* BL as materials, the yield of chestnut on different NPK fertilizers were studied. Model of characteristics graph relations that the one nutrient and two nutrient effect to Chinese chestnut's yield were analyzed. The results showed that all can increased yield of the chestnut it were nitrogen and phosphorus and potassium. Maximum amount of fertilizers; the nitrogen 1.61 kg per tree; the phosphorus 1.56 kg per tree; the potassium 1.66 kg per tree. It had nutrition interaction effect it was the nitrogen and potassium, the nitrogen and phosphorus, the phosphorus and potassium between for the chestnut. N : K_2O = 0.8 : 1.0. Maximum amount of fertilizers; the nitrogen 0.8 kg per tree and potassium 1.0 kg per tree; It added to 1.8 kg per tree. N : P_2O_5 = 0.8 : 1.0. Maximum amount of fertilizers was 1.8 kg per tree. P_2O_5 : K_2O = 0.35 : 0.4. Maximum amount of fertilizers was 0.75 kg per tree. Maximum amount of fertilizers of the nitrogen and phosphorus and potassium was the N 1.543 kg per tree, P_2O_5 1.349 kg per tree, K_2O 1.288 kg per tree. It was yield of intent 4.61 kg.

Key words: *Castanea mollissima* BL (chestnut); regression model of fertilizer; balanced fertilizers