

氮·磷·钾对红稗株高的影响

胡章凯, 舒中兵*, 宋成孝, 段明禹, 罗希榕, 杨秀伟 (遵义市农业科学研究院, 贵州遵义 563102)

摘要 [目的]为了研究氮、磷、钾肥对红稗植株株高的影响。[方法]运用三因素二次回归饱和 D-最优设计方案。[结果]氮、磷、钾肥对植株株高的影响为磷肥(X_2) > 钾肥(X_3) > 氮肥(X_1)。从提高红稗植株株高的角度出发, 应将磷肥作为首要因素考虑。通过主效应分析, 得到纯氮 45.45 kg/hm²、纯磷 62.55 kg/hm²、纯钾 52.65 kg/hm² 时, 株高分别达到最大值, 即 $\hat{y}_{(x_1, 0, 0)} = 83.34$ cm, $\hat{y}_{(0, x_2, 0)} = 83.87$ cm, $\hat{y}_{(0, 0, x_3)} = 83.48$ cm。[结论]当植株株高达到最高值时, 氮、磷、钾肥的最佳组合分别为 45.30、61.65、50.85 kg/hm²。

关键词 氮肥; 磷肥; 钾肥; 红稗植株; 株高

中图分类号 S143 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2014)13-03969-02

Effects of Nitrogen, Phosphate and Potash on Height of Hongbai Plants

HU Zhang-kai, SHU Zhong-bing et al (Zunyi Institute of Agriculture, Zunyi, Guizhou 563102)

Abstract [Objective] The research aimed to study the influence of nitrogen, phosphorus and potassium on the height of Hongbai. [Method] The design of a three-factor quadratic regression saturation D-optimum was adopted. [Result] The amount of phosphorus had more influence on height of Hongbai than that of potassium and nitrogen. From the perspective of plants height of Hongbai, the first factor was phosphate. The main effect analysis showed nitrogen was about 45.45 kg/hm², phosphate was about 62.55 kg/hm² and potash was about 52.65 kg/hm². The plants height of Hongbai was 83.34, 83.87 and 83.48 cm. [Conclusion] The plants height of Hongbai reached the highest when nitrogen was 45.3 kg/hm², phosphate was 61.65 kg/hm² and potash was 50.85 kg/hm².

Key words Nitrogen fertilizer; Phosphate fertilizer; Potash fertilizer; Hongbai plant; Plant height

红稗是一种古老的原生态农作物。公元 1610 年(明朝万历二十九年)在遵义已有种食, 喜生于海拔 800 m 以上高原山区冷沙土壤^[1-2]。它富含氨基酸、维生素、蛋白质、微量元素、膳食纤维、碳水化合物等营养成分, 低脂, 低糖, 特别适合都市白领、中老年人及小孩食用。然而, 前人的研究一般局限在红稗营养成分方面^[3-5], 与红稗高产栽培方面的研究未见详细报道。为此, 采用氮、磷、钾三因素回归最优设计方案^[6]进行了红稗栽培试验研究, 以期探明红稗植株株高的变化规律, 为红稗高产栽培技术的推广提供理论参考。

1 材料与方

1.1 试验品种与地点 试验品种是遵义市君惠园食品工程有限公司提供的地方种。试验地点在遵义市农业科学研究院试验田进行, 海拔约 970 m。气候特征为亚热带季风性潮湿气候, 年平均气温 15 ℃, 最高气温 38 ℃, 最低温 -5 ℃, 年平均降雨量 1 000 mm 以上。

1.2 主要栽培措施 2013 年 4 月 2 日播种。施肥量按试验方案所设计的进行, 全部作底肥一次性施入。小区面积 12 m², 每个小区 4 行, 行长 6.0 m, 行距为 0.5 m, 密度为 120 000 株/hm², 其他措施按当地高产栽培技术要求进行。

1.3 试验设计 采用二次饱和 D-最优设计 310 方案, X_1 为氮肥用量, 以纯氮计算(上限 90 kg/hm², 下限 0 kg/hm²); X_2 为磷肥用量, 以纯磷计算(上限 90 kg/hm², 下限 0 kg/hm²); X_3 为钾肥用量, 以纯钾计算(90 kg/hm², 下限 0 kg/hm²)。在田间, 采取随机区组排列。具体设计见表 1。

基金项目 红稗品种提纯复壮及高产栽培技术研究(遵市科合农字【2012】2号)。

作者简介 胡章凯(1982-), 男, 贵州遵义人, 初级农艺师, 从事玉米育种、栽培及推广工作。* 通讯作者, 助理研究员, 硕士, 从事玉米育种、栽培及推广工作。

收稿日期 2014-04-11

表 1 310 试验设计方案与试验结果

| 处 | 因素编码值 | | | 因素实施水平值//kg/hm ² | | | 株高 cm |
|---|----------|----------|----------|-----------------------------|-------|-------|----------|
| | 氮肥 | 磷肥 | 钾肥 | 氮量 | 磷量 | 钾量 | |
| ① | -1 | -1 | -1 | 0 | 0 | 0 | 66.60 |
| ② | 1 | -1 | -1 | 90.00 | 0 | 0 | 59.50 |
| ③ | -1 | 1 | -1 | 0 | 90.00 | 0 | 79.30 |
| ④ | -1 | -1 | 1 | 0 | 0 | 90.00 | 60.00 |
| ⑤ | -1 | 0.192 5 | 0.192 5 | 0 | 53.70 | 53.70 | 76.00 |
| ⑥ | 0.192 5 | -1 | 0.192 5 | 53.70 | 0 | 53.70 | 77.60 |
| ⑦ | 0.192 5 | 0.1925 | -1 | 53.70 | 53.70 | 0 | 76.90 |
| ⑧ | -0.291 2 | 1 | 1 | 31.95 | 90.00 | 90.00 | 76.50 |
| ⑨ | 1 | -0.291 2 | 1 | 90.00 | 31.95 | 90.00 | 80.10 |
| ⑩ | 1 | 1 | -0.291 2 | 90.00 | 90.00 | 31.95 | 72.00 |

1.4 测定项目及分析方法 在红稗成熟后, 对各个处理分别选取 10 株具有代表性的植株调查株高, 计算其平均数。试验数据采用 Excel、DPS7.05^[7] 软件分析处理。

2 结果与分析

2.1 数学模型的建立 根据表 1 各处理的试验结果进行二次多项式回归分析, 得到氮、磷、钾与红稗植株株高(\hat{y})的三元二次回归方程:

$$\hat{y} = 83.34 + 0.18X_1 + 2.89X_2 + 1.63X_3 - 6.06X_1^2 - 3.68X_2^2 - 4.90X_3^2 - 2.33X_1X_2 + 6.06X_1X_3 - 1.13X_2X_3$$

对株高回归方程(\hat{y})进行显著性检验, 得到回归 F 值大于 $F_{0.01(1,9)} = 10.56$, 故差异在 0.01 水平显著, 说明所建立的回归方程关系显著, 即该回归方程式能反映实际情况。

2.2 回归方程的解析 由于试验采用无量纲编码, 偏回归系数已经标准化, 因此系数可以反映因素作用的大小、方向。由株高(\hat{y})回归方程的一次项系数可以看出, 氮、磷、钾对株高的影响为磷肥(X_2) > 钾肥(X_3) > 氮肥(X_1); 从平方项的系数可以看出, 3 个系数均为负值, 说明氮、磷、钾肥对株高的效应方程均呈现出一个开口向下的二次曲线, 在研究范围内

存在一个有利于株高生长的区域;从交互项系数可以看出,氮肥与钾肥的交互项为正值,说明这个交互作用为正效应,而氮肥与磷肥、磷肥与钾肥的交互项系数为负值,说明其交互作用为负效应。

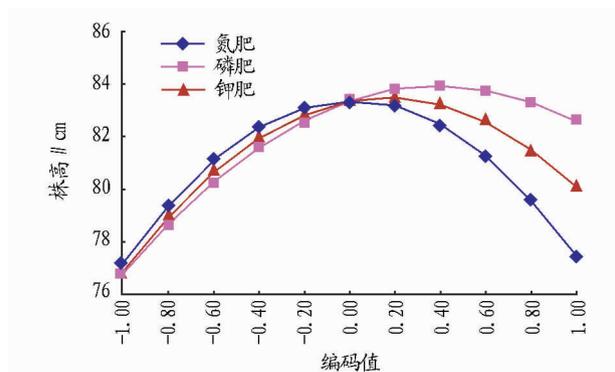


图1 氮、磷、钾对株高的影响

2.3 主效应分析 将任意2个因素的值固定在0水平时,可得在恒定氮肥、磷肥、钾肥条件下 X_1 、 X_2 和 X_3 与株高关系的方程式。

$$\hat{y}_{(x_1,0,0)} = 83.34 + 0.18X_1 - 6.06X_1^2$$

$$\hat{y}_{(0,x_2,0)} = 83.34 + 2.89X_2 - 3.68X_2^2$$

$$\hat{y}_{(0,0,x_3)} = 83.34 + 1.63X_3 - 4.90X_3^2$$

将各编码值代入上述回归方程中,可得到在氮肥、磷肥、钾肥恒定时植株株高的变化情况。从图1可以看出,当编码值分别 $X_1 = 0.01$ (即纯氮为 45.45 kg/hm^2)、 $X_2 = 0.39$ (即纯磷为 62.55 kg/hm^2)、 $X_3 = 0.17$ (即纯钾为 52.65 kg/hm^2)时,植株株高均达到最大值, $\hat{y}_{(x_1,0,0)}$ 、 $\hat{y}_{(0,x_2,0)}$ 、 $\hat{y}_{(0,0,x_3)}$ 分别为 83.34 、 83.87 、 83.48 cm 。

2.4 边际效应分析 由株高(\hat{y})的回归方程,分别求 \hat{y} 对 X_1 、 X_2 和 X_3 的偏导数,即可分别得到氮肥、磷肥、钾肥的边际效应方程:

$$\frac{\partial Y}{\partial X_1} = 0.18 - 12.12X_1 - 2.33X_2 + 6.06X_3$$

$$\frac{\partial Y}{\partial X_2} = 2.89 - 7.36X_2 - 2.33X_1 - 1.13X_3$$

$$\frac{\partial Y}{\partial X_3} = 1.63 - 9.80X_3 + 6.06X_1 - 1.13X_2$$

将氮肥、磷肥、钾肥作边际效应分析,在其他因素取0水平时,可作出氮肥、磷肥、钾肥对植株株高影响的边际效应图。从图2可以看出,随着三因素的逐渐增加,其边际效应逐渐下降。对方程进一步分析,可知当 X_1 编码值为0.0073

(即氮为 45.30 kg/hm^2)、 X_2 编码值为0.37(即磷肥为 61.65 kg/hm^2)、 X_3 编码值为0.13(即钾肥为 50.85 kg/hm^2)时,植株株高达到最高值(83.98 cm)。这就是植株株高达到最高的最佳组合。

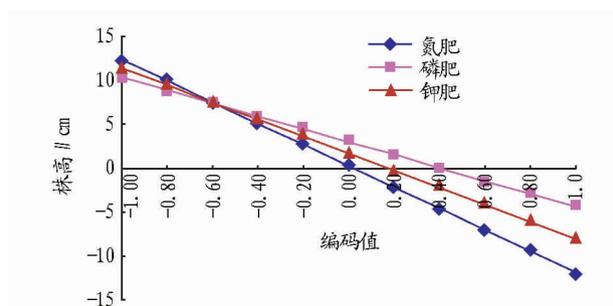


图2 边际效应分析

3 小结与讨论

(1) 研究表明,氮、磷、钾对株高的影响为磷肥(X_2) > 钾肥(X_3) > 氮肥(X_1);从平方项的系数可以看出,3个系数均为负值,说明氮、磷、钾肥对株高的效应方程均呈现出一个开口向下的二次曲线,在研究范围内存在一个有利于株高生长的区域。从交互项系数可以看出,氮肥与钾肥的交互项为正值,说明这个交互作用为正效应;而氮肥与磷肥、磷肥与钾肥的交互项系数为负值,说明其交互作用为负效应。

(2) 通过主效应分析,表明当编码值分别 $X_1 = 0.01$ (即纯氮为 45.45 kg/hm^2)、 $X_2 = 0.39$ (即纯磷为 62.55 kg/hm^2)、 $X_3 = 0.17$ (即纯钾为 52.65 kg/hm^2)时,植株株高均达到最大值, $\hat{y}_{(x_1,0,0)}$ 、 $\hat{y}_{(0,x_2,0)}$ 、 $\hat{y}_{(0,0,x_3)}$ 分别为 83.34 、 83.87 、 83.48 cm 。

(3) 在该试验条件下,得到株高达到最高值为 83.98 cm 时,三因素的最佳组合分别为 X_1 (编码值为0.0073,即氮为 45.3 kg/hm^2)、(X_2 编码值为0.37,即磷肥为 61.65 kg/hm^2)、 X_3 (编码值为0.13,即钾肥为 50.85 kg/hm^2)。

参考文献

- [1] 徐本刚,苏伟. 红稗的营养成分分析[J]. 贵州农业科学,2010,38(9):76-77.
- [2] 中国预防医学科学院营养与食品卫生研究所. 食物成分表(全国代表值)[M]. 北京:人民卫生出版社,1991.
- [3] 孙远明. 食品营养学[M]. 北京:科学出版社,2006.
- [4] 解春芝,李祖任,苏伟,等. 红稗籽粒的形态解剖学观察[J]. 贵州农业科学,2013,4(4):44-45.
- [5] 高丽,李学芳,崔涛,等. 民间药山稗子的生药学研究[J]. 云南中医中药杂志,2005,26(4):44-45.
- [6] 丁希泉. 农业应用回归设计[M]. 长春:吉林科学技术出版社,1986.
- [7] 唐启义,冯明光. 实用统计分析及计算机处理平台[M]. 北京:中国农业出版社,1994:76-120.

(上接第3961页)

- [6] 夏昌浩,胡翔勇,刘涤尘. 神经网络短期负荷预报模糊化改进[J]. 电力学报,2001,16(1):10-13
- [7] 臧晓钟,周霖华,王子缘,等. 常州用电负荷气象指数初探[J]. 气象

科学,2001,21(4):33-36.

- [8] 阎惠芳,李社宗,黄跃青. 常用相似性判据的检验和综合相似系统的使用[J]. 气象科技,2003,31(4):211-215.