

苏海兰, 黄颖桢, 陈菁瑛. 福建省短葶山麦冬施肥模式研究 [J]. 福建农业学报, 2012, 27 (2): 141-143.
SU H-L, HUANG Y-Z, CHEN J-Y. Fertilization Models for *Liriope muscari* (Decne) Bailcy in Fujian [J]. *Fujian Journal of Agricultural Sciences*, 2012, 27 (2): 141-143.

福建省短葶山麦冬施肥模式研究

苏海兰^{1,2}, 黄颖桢^{1,2}, 陈菁瑛^{1,2}

(1. 福建省农业科学院农业生物资源研究所, 福建 福州 350003;

2. 福建省农业科学院药用植物研究中心, 福建 福州 350003)

摘要: 以福建省泉州市短葶山麦冬施肥的田间试验结果和分析数据为依据, 经过多年试验资料的归类, 建立福建省短葶山麦冬的肥料效应数学模型, 提出短葶山麦冬的施肥模型, 得出科学施肥方案: N 330 kg · hm⁻², P₂O₅ 54 kg · hm⁻², K₂O 270 kg · hm⁻²。

关键词: 短葶山麦冬; 施肥; 模型

中图分类号: S 147

文献标识码: A

Fertilization Models for *Liriope muscari* (Decne) Bailcy in Fujian

SU Hai-lan^{1,2}, HUANG Ying-zhen^{1,2}, CHEN Jing-ying^{1,2}

(1. Agricultural Bio-resources Institute, Fujian Academy of Agricultural Sciences, Fuzhou, Fujian 350003, China;

2. Medicinal Plant Research Center, Fujian Academy of Agricultural Sciences, Fuzhou, Fujian 350003, China)

Abstract: The accumulated results of the field fertilization experiments on *Liriope muscari* (Decne) Bailcy in Quanzhou, Fujian, over the years were classified and analyzed. A mathematic model was constructed. The optimized fertilizer applications were: 330 kg · hm⁻² of N, 54 kg · hm⁻² of P₂O₅ and 270 kg · hm⁻² of K₂O.

Key words: *Liriope muscari* (Decne) Bailcy; fertilization; model

短葶山麦冬源于百合科山麦冬属短葶山麦冬 *Liriope muscari* (Decne.) Bailcy 的干燥块根, 1995 年版《中华人民共和国药典》以“山麦冬”之名收载至今, 含有多种皂甙和多糖等化学成分, 味甘、微苦、性微寒, 归心、肺、胃经, 具有养阴润肺、益胃生津、清心除烦的功效, 用于肺燥干咳、虚劳咳嗽、津伤口渴、心烦失眠、肠燥便秘等症的治疗^[1]。关于湖北麦冬高产施肥研究较多^[2-4], 但目前对短葶山麦冬的研究多集中在药用成分分析与利用方面^[1,5-6], 有关短葶山麦冬栽培的配方施肥关键技术的理论研究还很薄弱^[7], 短葶山麦冬人工栽培的施肥技术国内外尚缺乏系统研究。福建省农业科学院在泉州短葶山麦冬基地进行了不同氮磷钾配比及用量对短葶山麦冬产量的影响及优化施肥配比的试验研究, 以期为短葶山麦冬 GAP 生产提供科学依据。

1 材料和方法

1.1 材料

供试品种: 短葶山麦冬, 由泉州东南中药材种植有限公司提供。

供试肥料: 尿素(含 N 46%), 过磷酸钙(含 P₂O₅ 12%), 硫酸钾(K₂O 60%)。

1.2 试验方法

试验地位于福建省泉州市洛江区罗溪镇泉州东南中药材种植有限公司试验田。供试土壤类型属于粘壤质淡黑泥土, pH 7.42, 有机质 2.53%、全氮 0.175%、全磷 0.116%、全钾 0.545%。试验采用“311-A”最优混合设计^[8], 设氮、磷、钾 3 因子, 共 11 个处理组合, 各设 6 次重复, 随机排列, 小区面积为: 1.5 m × 6 m = 54 m², 栽培管理其他措施同当地常规短葶山麦冬田间种植管理。

收稿日期: 2011-11-20 初稿; 2011-12-19 修改稿

作者简介: 苏海兰(1980—), 女, 硕士, 助理研究员, 从事植物栽培管理(E-mail: lovehai1007@126.com)

通讯作者: 陈菁瑛(1966—), 女, 研究员, 从事药用植物资源与植物生物技术研究(E-mail: cgy6601@163.com)

基金项目: 福建省自然科学资源共享平台建设项目(2008Y2003); 科技部“十一五”科技支撑计划(2006BAI06A11-03)

1.3 采收测产

现场测量各小区的毛鲜重（每处理分 6 畦计，每畦产量独立记载），每畦随机选麦冬，按公司标准精密烘干筛选，用于测定每畦的折干率、净度和干重产量，并最终折算出每处理的公顷产量。

1.4 数据分析

数据采用 EXCEL 和 DPS 数据处理软件进行分析。

表 1 311-A 最优混合设计方案因素水平编码值及施肥量

Table 1 Experimental factors and levels

处理号	N		P ₂ O ₅		K ₂ O	
	X ₁	含量/(kg·hm ⁻²)	X ₂	含量/(kg·hm ⁻²)	X ₃	含量/(kg·hm ⁻²)
1	0	337.5	0	55.5	2	400
2	0	337.5	0	55.5	-2	0
3	-1.414	300	-1.414	37.5	1	300
4	1.414	375	-1.414	37.5	1	300
5	-1.414	300	1.414	75	1	300
6	1.414	375	1.414	75	1	300
7	2	400	0	55.5	-1	225
8	-2	0	0	55.5	-1	225
9	0	337.5	2	112.5	-1	225
10	0	337.5	-2	0	-1	225
11	0	337.5	0	55.5	0	262.5

2 结果与分析

2.1 产量目标性状 (Y)、氮 (X₁)、磷 (X₂)、钾 (X₃) 肥力效应回归模型

据图 1 试验结果，通过运用二次回归正交设计进行统计计算，得产量 (Y) 与施肥量的回归方程如下：

$$Y = 139.00 + 9.62 X_1 + 9.59 X_2 + 10.23 X_3 - 0.11 X_1^2 - 0.66 X_2^2 - 0.14 X_3^2 + 0.29 X_1 X_2 + 0.03 X_1 X_3 - 0.34 X_2 X_3 \quad (1)$$

回归方程中的回归关系的方差分析表明，总回归的方差分析 F 值 3.009 5，大于 F_{0.05(9,21)} 的值 2.94，达到显著水平。说明氮磷钾肥的施用量与短葶山麦冬的产量之间存在着基本的回归关系^[9-10]。模型中常数项反映氮、磷、钾和有机肥施用量均处于 0 水平时的产量，即平均效应；一次项回归系数反映各自对指标值的线性增加效应；二次项回归系数反映各因子的报酬递减效应；交互项回归系数反映各因素之间的交互效应。

2.2 主效应分析

主效应分析即各因素与产量之间的关系，可以比较回归模型中一次项回归系数值的大小，即钾肥效应 > 氮肥效应 > 磷肥效应，说明钾肥对短葶山麦冬产量的影响最大，其次是氮肥的作用，磷肥增产效应较小。

将回归方程 (1) 采用降维法，固定某 2 个因子为零水平时，得到另一个变量与产量之间的回归子模型：

$$\begin{cases} Y = 139.00 + 9.62 X_1 - 0.11 X_1^2 \\ Y = 139.00 + 9.59 X_2 - 0.66 X_2^2 \\ Y = 139.00 + 10.23 X_3 - 0.14 X_3^2 \end{cases} \quad (2)$$

由回归子模型得知，N、P₂O₅、K₂O 的二次项系数均为负数，说明 3 种肥料的效应曲线是一条开口向下的抛物线，都存在一个合理施肥的适宜幅度，超过此范围，过量或过少施用均可造成短葶山麦冬减产。通过降维法得到 3 因子与短葶山麦冬产量的二次函数关系，据此可作出氮、磷、钾 3 种肥料主效应分析图，如图 1 所示。

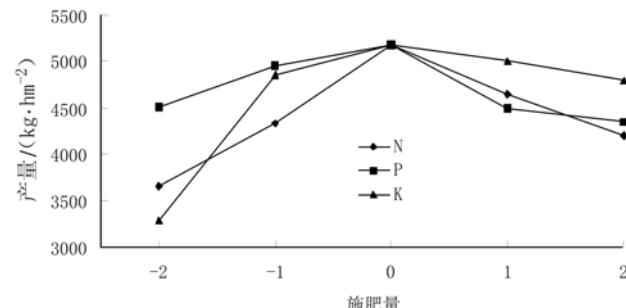


图 1 短葶山麦冬产量与各因素关系曲线

Fig. 1 Yield on *L. muscari* under varied conditions

2.3 最大施肥量和最高产量

每增加一个单位的肥料投入所增加的作物产量，叫做边际产量。随着施肥量的增加，边际产量递减。当达到最高产量时，边际产量为零。产量对 N、P、K 三因素的一阶偏导组成的方程组，即为边际产量方程组 (1)。令边际产量方程等于零，即可求出最大施肥量，将最大施肥量代入三元二次肥料效应回归模型，即可求出最高产量。

对模型 (2) 分别求导，可得其边际产量模型：

$$\begin{cases} dY_1/dX_1 = 9.62 - 0.22 X_1 \\ dY_2/dX_2 = 9.59 - 1.32 X_2 \\ dY_3/dX_3 = 10.23 - 0.28 X_3 \end{cases}$$

解线性方程组，求得短葶山麦冬每公顷最大施肥量为：N 330 kg，P₂O₅ 54 kg，K₂O 270 kg，最

大产量为 7 125 kg。

2.4 最佳经济施肥量和最佳经济产量

每增加一个单位的肥料投入所增加的成本，叫做边际成本，投入得到的收益叫做边际收益，两者之差叫做边际利润。当边际收益等于边际成本时，边际利润为零，此时的施肥量为最佳经济施肥量，最佳经济施肥量时的产量为最佳经济产量。令边际产量方程等于肥料作物价格比得到边际产值方程(2)，从边际产值方程可求出最佳经济施肥量，将最佳经济施肥量代入三元二次肥料效应回归模型，即可求出最佳经济产量。

按目前泉州地区化肥和短葶山麦冬市场平均价格：尿素 2.0 元·kg⁻¹、过磷酸钙 0.8 元·kg⁻¹、硫酸钾 3.0 元·kg⁻¹，折算 N 为 4.3 元·kg⁻¹、P₂O₅ 6.6 元·kg⁻¹、K₂O 5.00 元·kg⁻¹，短葶山麦冬市场平均售价 40 元·kg⁻¹。

$$\begin{cases} dY_1/dX_1 = 9.62 - 0.22 X_1 = 4.3/40 \\ dY_2/dX_2 = 9.59 - 1.32 X_2 = 6.6/40 \\ dY_3/dX_3 = 10.23 - 0.28 X_3 = 5/40 \end{cases}$$

解线性方程组，求得短葶山麦冬每公顷最佳经济施肥量为：N 322.5 kg, P₂O₅ 52.5 kg, K₂O 270 kg，其最佳经济产量为 7 050 kg。最佳经济施肥方案与最高产量施肥方案十分接近，说明改善短葶山麦冬施肥条件没有增产不增收现象，因此进行短葶山麦冬计量施肥时，可采用最高产量施肥量。

3 讨论与结论

在本试验条件下，氮、磷、钾 3 种肥料中，钾肥的增产效应大于氮肥和磷肥，这与其他麦冬上的研究结果相似^[2-4,11]，生产中，增施钾肥的同时，应注意氮肥和磷肥的配合施用。应用非线性方程方法求模型最优解，得到短葶山麦冬每公顷最高产量为 7 125 kg，最佳施肥方案：N 330 kg·hm⁻², P₂O₅ 54 kg·hm⁻², K₂O 270 kg·hm⁻²，折合尿

素 705 kg·hm⁻²、过磷酸钙 450 kg·hm⁻²、硫酸钾 450 kg·hm⁻²。通过建立施肥利润函数，确定了单位面积最大利润施肥量。本研究建立的短葶山麦冬栽培优化施肥方案，其增产效应显著，但是模型与生产的拟合程度究竟有多大的可信度，应在今后的生产实践中进一步进行验证，而且在推广应用中，还应根据当地土壤肥力及肥料来源作适当调整，不断修正，反馈信息，以获取适应当地具体情况的优化施肥方案。

致谢：感谢泉州东南中药材种植有限公司陈南旭、徐艳柏等人给予本试验的支持与帮助！

参考文献：

- [1] 程志红, 吴嫂, 余伯阳, 等. 短葶山麦冬化学成分的研究 [J]. 中草药, 2005, 36 (6): 823—826.
- [2] 赵劲松, 瞿宏杰, 贾文恺, 等. 湖北麦冬高产施肥模型的研究 [J]. 湖北农业科学, 2004, (4): 94—97.
- [3] 赵劲松, 贾文恺. 湖北麦冬氮、磷、钾优化配方施肥研究 [J]. 襄樊职业技术学院学报, 2004, 3 (4): 21—22.
- [4] 赵劲松, 李首成, 瞿宏杰, 等. 施肥对湖北麦冬产量的影响 [J]. 土壤肥料, 2005, (2): 31—34.
- [5] 余伯阳, 殷霞. 短葶山麦冬皂甙 C 的药理活性研究 [J]. 中国药大学学报, 1994, 25 (5): 286—288.
- [6] 余伯阳, 胡遗忠. 短葶山麦冬药理活性研究 [J]. 中药材, 1991, 14 (4): 37—39.
- [7] 苏海兰, 唐建阳, 陈菁瑛, 等. 短葶山麦冬吸肥规律初步研究 [J]. 福建农业学报, 2009, 24 (2): 149—152.
- [8] 白厚义. 回归设计及多元统计分析 [M]. 南宁: 广西科学技术出版社, 2003: 85—90.
- [9] 任广鑫, 杨改河, 聂俊峰. 旱地起垄覆膜沟播小麦氮磷钾施肥模型研究 [J]. 甘肃农业大学学报, 2002, 9(3): 316—322.
- [10] 宋小顺, 田芳, 陈荣江, 等. 高产水稻氮、磷、钾肥力效应模型及施肥配方的研究 [J]. 河南科技学院学报: 自然科学版, 2008, 36 (2): 15—17.
- [11] 胡嗣, 赵训传, 陆宏. 氮钾肥配施对麦冬产量和养分吸收的影响 [J]. 中药材, 1994, 17 (5): 3—5.

(责任编辑: 林海清)