

碧桃施肥试验研究

曾进^{1,2}, 甘春雁¹, 张磊¹, 欧振飞¹, 李柏君², 李志先²

(1. 南宁青秀山风景名胜旅游开发有限责任公司, 广西南宁 530029; 2. 广西大学, 广西南宁 530004)

摘要:为寻求碧桃最佳施肥配比, 采用“311-A”最优混合设计对南宁青秀山的观赏桃花碧桃进行 N 肥、P 肥和 K 肥配比试验研究, 并对试验数据进行统计分析, 建立三元二次回归方程, 进行仿真寻优。结果表明: 最优施肥配比尿素 90.43 g·株⁻¹, 钙镁磷肥 140 g·株⁻¹, 氯化钾 42 g·株⁻¹, 每株平均产量为 1 038 朵, 每株肥料利润 20.39 元。碧桃最佳施肥配比为 N:P₂O₅:K₂O=1:0.125:0.606。

关键词:青秀山; 碧桃; 施肥; 最佳配比

中图分类号:S562 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-2767(2015)11-0044-04 **DOI:**10.11942/j.issn1002-2767.2015.11.0044

碧桃(*Prunus persica* L. var. *persica* f. *duplex* Rehd.) 属蔷薇科(Rosaceae)李属(*Prunus* L.)^[1], 以观赏为目的的桃树品种, 具有花朵较大, 花瓣多, 花形优美, 花色丰富, 花期较长等特点。碧桃产于我国, 在华北、华中、西南等地均有分布, 世界各地均有栽培^[2]。在园林中被广泛应用, 常以散植、丛植、群植等形式出现, 起到点缀、造景、烘托意境等作用。近年来, 我国以碧桃为主要观赏桃花打造的桃花节越来越多, 遍布多地、多城。碧桃开花的数量则成为衡量桃花节质量的主要标准之一。合理的施肥是增加碧桃开花数量的有效手段, 而且还能有效地避免施肥过少导致桃花数量不多或施肥过多导致成本太高且对环境造成污染。因此, 通过试验寻找到最优的肥料配施方法, 为提高碧桃的观赏经济效益, 进行合理施肥

试验研究尤为重要。目前, 运用“311-A”最优混合设计进行施肥试验的研究较多, 如李志先等^[3]对杂交鹅掌楸进行氮、磷、钾施肥效益试验, 得出鹅掌楸的最佳施肥配方和施肥配比; 李齐向等^[4]研究密度和氮钾配施对生姜产量的影响, 结果模拟寻优得出最佳密度与氮、钾肥的施肥量; 周健等^[5]研究了冬季施用氮磷钾对工厂化育苗条件下茶苗生长的影响, 建立茶苗生长株高变化与施肥量的多项式回归模型, 寻优得出最佳用量方案。而对碧桃的研究大多集中在栽培管理技术^[6], 生理生化的研究^[7-8]、引种栽培表现^[9]以及花期调控技术^[10-12]等方面。

碧桃作为园林观花树种, 合理的施肥对开花数量有着密切的影响, 然而, 目前有关碧桃的施肥试验, 尤其是“311-A”最优混合设计施肥试验鲜有报道。本文采用“311-A”最优混合设计, 对青秀山桃花岛的碧桃进行施肥效益研究, 找出碧桃的最佳施肥配比及获得最大桃花经济效益的施肥量, 为今后碧桃的合理施肥提供科学理论依据。

收稿日期:2015-03-09

基金项目:南宁市专业化人才培养重点计划资助项目(2013 028)

第一作者简介:曾进(1977-), 男, 广东省顺德市人, 学士, 工程师, 从事园林管理研究。E-mail: chunyan134@163.com。

Abstract: Through three years of the “311-A” fertilizer experiment, the effect of fertilization on wheat yield and fertilizer use efficiency was studied in the northwest of Guizhou. The results showed that: ① Wheat yield was maximal after application of N, P and K fertilizers which was 6 193 kg·hm⁻². When nutrition lacked wheat yield decreased, the lowest yield of wheat yield was appeared in unfertilized treatment, and reduced 35.69% compared with the NPK treatment. Wheat yield improved with the increasing rate of N, P and K fertilizer, the maximum increased 37.35%. ② N use efficiency and P use efficiency were 50.78% and 29.77% after application of N, P and K fertilizers, respectively. N use efficiency and P use efficiency decreased if a fertilizer didn't applied alone. ③ N use efficiency and P use efficiency was improved with the increasing applied rate of N, P and K fertilizer, but it decreased when the rate of N, P and K fertilizer was excessive.

Keywords: northwest Guizhou; fertilization; nitrogen fertilizer use efficiency; phosphorus fertilizer use efficiency; wheat yield

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地位于南宁市青秀山风景区桃花岛,位于N22°46′,E108°33′,区域内海拔180 m左右,位于西坡的中上坡,坡度为25°左右^[13]。试验地土壤主要是由沙页岩等风化而成的赤红土。土地松软肥沃,呈山丘谷地冲沟地貌,丘陵坡面较长,坡积层较厚,养分含量高,土壤pH为6,有机质3.25%,速效氮38.6 g·kg⁻¹,速效磷6.8 g·kg⁻¹,速效钾45.5 g·kg⁻¹。

1.2 材料

供试材料为碧桃(*Prunus persica* L. var. *persica* f. *duplex* Rehd.),树龄为6 a,南北冠幅平均1.3 m,东西冠幅平均1.3 m,树高平均2.4 m,地径平均5.7 cm。

供试肥料为尿素(含N46%),钙镁磷肥(含P₅O₂18%),氯化钾(含K₂O60%)。

1.3 方法

1.3.1 试验设计 试验采用N、P、K肥三因素“311-A”最优混合设计^[14],以N、P、K肥的施肥量为自变量,桃花产量为目标函数,根据311-A最优混合设计要求,确定因子水平(见表1);其编码方程代换见表2(公式为: $Z_n = Z_{oj} + \triangle_j X_{oj}$);以自变量因子编码值相应的施肥量,拟定11个施肥处理组合见表3,设11个处理,布置3个重复,每个重复内的每个处理施肥3株(共99株)。在2013年4月份桃花落花后,以树干为中心,距离树干水平方向25~30 cm处挖一土坑,其挖坑大小为:长×宽×高=20 cm×30 cm×20 cm。然后按照试验设计配比要求分别把N肥、P肥和K肥放入坑内,然后覆土。一次施肥后,此后再不施肥。

表 1 零水平和变化间距

Table 1 Zero level and change pitch			
零水平/变化间距 Zero level/Change pitch	Z ₁ (N)/ (g·株 ⁻¹)	Z ₂ (P ₅ O ₂) / (g·株 ⁻¹)	Z ₃ (K ₂ O) / (g·株 ⁻¹)
Z _{aj}	50.00	25.00	25.00
△ _j	20.00	10.00	10.00

1.3.2 测定项目及方法 于2014年3月桃花开放时,测定其开花数量,以开花数量作为产量,进行试验计数统计。所有数据运用EXCEL、SAS^[15]软件进行分析和计算。

2 结果与分析

试验结果详见表4,表中的每一个处理的重复为3株碧桃开花数量的平均值。不同处理的氮

表 2 因子编码值

Table 2 Factor encoded value			
X _{aj}	Z ₁ (N)/ (g·株 ⁻¹)	Z ₂ (P ₅ O ₂) / (g·株 ⁻¹)	Z ₃ (K ₂ O)/ (g·株 ⁻¹)
2	90.00	45.00	45.00
1.141	78.28	39.14	39.14
1	70.00	35.00	35.00
0	50.00	25.00	25.00
-1	30.00	30.00	30.00
-1.141	21.72	10.86	10.86
-2	10.00	5.00	5.00

表 3 施肥试验处理组合

Table 3 Fertilizing experiments treatment combination						
处理 Treatments	因素水平编码 Factor levels coding			施肥量/(g·株 ⁻¹) Fertilizer rate		
	X ₁ (N)	X ₂ (P ₅ O ₂)	X ₃ (K ₂ O)	N	P ₅ O ₂	K ₂ O
1	0	0	2	50.00	25.00	45.00
2	0	0	-2	50.00	25.00	5.00
3	-1.141	-1.141	1	21.72	10.86	35.00
4	1.141	-1.141	1	78.28	10.86	35.00
5	-1.141	1.141	1	21.72	39.14	35.00
6	1.141	1.141	1	78.28	39.14	35.00
7	2	0	-1	90.00	25.00	15.00
8	-2	0	-1	10.00	25.00	15.00
9	0	2	-1	50.00	45.00	15.00
10	0	-2	-1	50.00	5.00	15.00
11	0	0	0	50.00	25.00	25.00

磷钾肥影响着碧桃花的产量。最高产量为1号处理为1 841朵·株⁻¹;最低产量为10号处理为845朵·株⁻¹;在试验处理中桃花产量最大差值在1号处理和10号处理之间,相差996朵·株⁻¹;最小差值在7号处理和11号处理之间,为4朵·株⁻¹;2、3、4、7和8号处理产量较为接近,均在1 100~1 200朵·株⁻¹;1、5和6号处理的碧桃花朵数量均高于其它处理;而9、10和11号处理的数量低于其它处理。

2.1 多元回归方程的建立

运用SAS软件对试验数据进行处理分析^[15],建立三元二次编码值回归方程:

$$Y = 1032.00 - 24.717X_1 + 119.525 X_2 + 173.500 X_3 + 48.000 X_1^2 - 11.625 X_2^2 + 117.000 X_3^2 - 19.125 X_1 X_2 - 10.467 X_1 X_3 + 79.025 X_2 X_3$$

表 4 试验结果
Table 4 Experimental results

处理 Treatments	平均花朵数量/(朵·株 ⁻¹) Average flower number
1	1841
2	1159
3	1129
4	1106
5	1767
6	1591
7	1136
8	1193
9	1007
10	845
11	1032

2.2 回归方程显著性检验

经方差分析(见表 5),*P* 值小于 0.05,方程的相关系数 *R* 值为 0.998 6,说明自变量与因变量之间存在显著的回归关系,该方程的拟合得较好,能反映实际情况。

表 5 方程的方差分析
Table 5 Analysis of variance

变异来源 Source	自由度 DF	平方和 Squares	均方 Mean Square	<i>F</i> 值 F Value	<i>P</i> 值 Pr>F
模型 Model	9	1062923	118103	820.16	0.0271
误差 Error	1	144.00	144.00		
总误差 Corrected total	10	1063067			

P<0.05 表示差异显著;*P*<0.01 表示差异极显著。
P<0.05 indicates significant difference; *P*<0.01 indicates extreme significant difference.

通过回归方程求得每个配比计算产值与实际产值误差较小见表 6,从表 6 可看出:误差最大的是 2 号处理,为 0.52%,最小的是处理 5,仅为 0.17%。通过对比可以得出试验结果在有效误差之内,整个试验建立的方程是有效有意义的^[15]。

2.3 最佳施肥配比的仿真寻优

目前市场上没有直接销售鲜桃花的,因此以银柳的价格作为参考,桃花价格为 0.02 元·朵⁻¹,肥料价格按尿素为 2.00 元·kg⁻¹,钙镁磷肥为 0.30 元·kg⁻¹,氯化钾为 3.50 元·kg⁻¹,对回归方程

进行仿真寻优。

表 6 误差分析
Table 6 Analysis of error

处理 Treatments	实际产值/ (朵·株 ⁻¹) Actual output	计算产值/ (朵·株 ⁻¹) Calculated output	误差率/% Error rate
1	1841	1847	0.32
2	1159	1153	0.52
3	1129	1126	0.27
4	1106	1103	0.27
5	1767	1764	0.17
6	1591	1588	0.19
7	1136	1139	0.26
8	1193	1196	0.25
9	1007	1010	0.29
10	845	848	0.36
11	1032	1032	0

回归方程的编码值 X_1 、 X_2 和 X_3 的起止码为 -2.0~2.0,分别取步长为 0.4,共 1 331 个组合,最低产量为 750 朵·株⁻¹,最高产量为:2 715 朵·株⁻¹。90%的产量主要是分布在 1 000~1 300 朵·株⁻¹。为提高编码方程预测的可靠性,在编码值(X_1 、 X_2 和 X_3)95%的置信区间内^[6],进一步进行仿真寻优, X_1 、 X_2 和 X_3 95%的置信区间起止码分别为 -0.395~0.260,分别取步长 0.04,共有 1 000 个组合。当最高产量等于最佳产量时,产量为 1 038 朵·株⁻¹,肥料利润 20.39 元·株⁻¹,编码值: $X_1=-0.42$ 、 $X_2=-0.04$ 和 $X_3=-0.04$,真实值: $Z_1=41.6$ g·株⁻¹, $Z_2=25.2$ g·株⁻¹, $Z_3=25.2$ g·株⁻¹;即折合成尿素 90.43 g·株⁻¹,钙镁磷肥 140 g·株⁻¹,氯化钾 42 g·株⁻¹。施肥配比为 N:P₂O₅:K₂O=1:0.125:0.606。

3 讨论与结论

3.1 讨论

本试验条件下,通过处理间的对比表明:①在高磷低钾、高钾低磷的水平下,N 施用量高低对碧桃花朵产量无明显的影响,而在高磷高钾的水平下,适当减少 N 施用量有助于提高碧桃开花数量,与柳金来^[16]对水稻养分含量及产量的研究结果相似。②在高氮低钾、高氮高钾、低氮高钾这 3 种水平条件下,增加 P 施用量有助于提高桃花花朵产量。③在高氮低磷的水平下,增加 K 施用量可提高碧桃花朵产量,同时验证了 K 可以促进开

花结实的研究结果^[17]。

本试验条件下,运用“311-A”最优混合设计方案建立三元二次施肥回归方程,模拟出最佳的 N、P、K 施肥量,结果显示碧桃开花的数量受施用 N、P、K 肥的比例和施用量所影响,最佳的施肥配比能获得较高的花朵数量。黄璐等^[18]采用“311-A”最优混合设计研究 N、P、K 不同配比对日光温室无土栽培百合品种西伯利亚地上部分干物质质量的效应,通过模型寻求出了切花干物质产量最高时对应的营养液 N、P、K 浓度,最佳配比为 1:0.21:0.81。本研究中,碧桃施肥配比为 $N:P_2O_5:K_2O=1:0.125:0.606$,二者的最佳施肥配比中,N 施用量最多,其次是 P、K;再次验证了在高氮低磷的配比水平下,适当增加钾施用量均可提高碧桃花朵产量和百合切花干物质产量。

本研究中,相同处理中的不同区组的桃花产量结果存在一定的差异,因 3 个区组所处的海拔高度不同,可能受到温度、光照和空气湿度等随海拔变化而变化的因素的影响;也可能因为试验地受人为干扰。“311-A”最优混合设计在碧桃施肥研究的应用上尚未见报道,本研究是首次应用,有些问题仍需进一步研究探讨。

3.2 结论

本试验通过采用“311-A”最优混合设计对碧桃进行施肥试验,得出碧桃施肥的最佳配方是施用尿素 90.43 g·株⁻¹、钙镁磷肥 140 g·株⁻¹和氯化钾 42 g·株⁻¹。肥料利润为 20.39 元·株⁻¹。即最佳的碧桃施肥配比为 $N:P_2O_5:K_2O=1:0.125:0.606$ 。

参考文献:

[1] 中国科学院“中国植物志”编辑委员会.中国植物志[M].科

学出版社,2013.

- [2] 庄雪影,陈锡沐,冯志坚.园林树木学(华南本)[M].2版.广州:华南理工大学出版社,2006.
- [3] 李志先,李秋荔,蒋钢,等.杂交鹅掌楸施肥效益研究[J].广东农业科学,2012(8):77-79.
- [4] 李齐向,刘连生,陈由禹,等.利用 311-A 最优回归设计研究密度和氮钾肥施肥对生姜产量的影响[J].福建农业学报,2014,29(2):157-159.
- [5] 周健,成浩,曾建明,等.茶树工厂化育苗的氮磷钾肥施用效应分析[J].中国土壤与肥料,2008(4):33-36.
- [6] 刘素娟.碧桃栽培管理技术[J].河北农业科技,2008(12):44.
- [7] 张晓玉,高鹏,樊春芬,等.碧桃对土壤盐胁迫的生理指标反应[J].天津农业科学,2010,16(6):5-7.
- [8] 崔兴国.3种生境下碧桃的叶绿素含量及光合特性比较[J].中国园艺文摘,2011(4):33,63.
- [9] 韦习毅,安广池.10个碧桃新品种在苏州市的引种表现及栽培技术[J].中国园艺文摘,2010(3):14-15.
- [10] 李小琴,赵子贤.无土栽培碧桃花期调控技术[J].山东林业科技,2005(5):49-50.
- [11] 郭晖,朱凤荣.碧桃修剪措施对花期花势影响的研究[J].北方园艺,2009(7):211-214.
- [12] 杨海燕.赤霉素促进碧桃春节温室催花效果研究[J].北京农业,2014(6):82-84.
- [13] 张旻桓.南宁青秀山风景区风景资源评价研究[D].长沙:中南林业科技大学,2010.
- [14] 白厚义,刘强,袁玲等.回归设计及多元分析[M].广西:广西科学技术出版社,2008.
- [15] 黄少伟,谢维辉.实用 SAS 编程与林业试验数据分析[M].广州:华南理工大学出版社,2001.
- [16] 柳金来,宋继娟,李福林.氮肥施用量对水田土壤肥力和水稻植株养分含量及产量的影响[J].农业与技术,2000,20(4):8-12.
- [17] 陆欣.土壤肥料学[M].北京:中国农业大学出版社,2009.
- [18] 黄璐,任爽英,冯冰,等.不同氮磷钾水平对东方百合‘西伯利亚’切花干物质产量的影响[C]//中国园艺学会.中国观赏园艺研究进展,2010:330-333.

Fertilization Experiment of *Prunus persica* L.

ZENG Jin^{1,2}, GAN Chun-yan¹, ZHANG Lei¹, OU Zhen-fei¹, LI Bo-jun², LI Zhi-xian²

(1. Nanning Qingxiu Mountain Tourism Development Limited Company, Nanning, Guangxi 530029; 2. Guangxi University, Nanning, Guangxi 53004)

Abstract: In order to search the optimal fertilization recipe for *Prunus persica* L., the fertilization experiment of nitrogen(N), phosphorus(P) and Potassium(K) of *Prunus persica* L. was studied by using “311-A” optimal mixed design method in Nanning Qingxiu Mountain. Based on statistical calculation, ternary quadratic regression model of fertilizing scheme was established to carry out emulation and optimization. The results showed that optimum fertilizer formula for *Prunus persica* L. was urea 90.43 g per plant, calcium magnesium phosphate 140 g per plant, potassium chloride 42 g per plant, the yield was 1 038 flowers per plant, and fertilizer profits was 20.39 yuan per plant. The optimal fertilization recipe was $N:P_2O_5:K_2O=1:0.125:0.606$.

Keywords: Qingxiu Mountain; *Prunus persica* L.; fertilization; optimal fertilization recipe