

doi:10.3969/j.issn.1001-3776.2017.05.013

## 施磷肥对木犀苗生长的影响

叶朝军<sup>1</sup>, 吴江<sup>2</sup>, 吴家胜<sup>3</sup>

(1. 温州科技职业学院, 浙江 温州, 325006; 2. 台州市黄岩区农业林业局, 浙江 黄岩 318020;  
3. 浙江农林大学 亚热带森林培育国家重点实验室培育基地, 浙江 杭州 311300)

**摘要:** 研究了7种施磷肥( $P_2O_5$  12%的过磷酸钙)量( $0 \sim 0.750 \text{ g} \cdot \text{盆}^{-1}$ )对1年生木犀 *Osmanthus fragrans* 苗生长的影响。结果表明: 施磷量和木犀苗木的生长、生理指标密切相关; 施磷量在 $0 \sim 0.375 \text{ g} \cdot \text{盆}^{-1}$ 时, 苗高、地径、叶面积、各部位生物量、叶绿素等方面均随施磷量的增加而增加, 当施磷量超过 $0.375 \text{ g} \cdot \text{盆}^{-1}$ 时, 上述指标均呈现下降趋势; 木犀苗木的各项指标与磷肥用量之间存在二次函数关系, 计算得出1年生木犀苗木的最佳磷肥施用量为 $0.28 \sim 0.46 \text{ g} \cdot \text{盆}^{-1}$ 。

**关键词:** 木犀; 施肥; 磷; 生理特性; 回归方程

**中图分类号:** S685.13; S753.53<sup>+</sup>2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3776 (2017) 05-0074-04

## Effect of Phosphorus Fertilization on the Growth of *Osmanthus fragrans* Seedling

YE Chao-jun<sup>1</sup>, WU Jiang<sup>2</sup>, WU Jia-sheng<sup>3</sup>

(1. Wenzhou Vocational & Technical College, Wenzhou 325000; 2. HuangYan Bureau of Agriculture and Forestry, HuangYan 318020; 3. The Nurturing Station for the State Key Laboratory of Subtropical Silviculture, Zhejiang Agriculture and Forestry University, Hangzhou 311300)

**Abstract:** The growth of One year-old seedlings of *Osmanthus fragrans* was affected by seven levels of phosphorus fertilizer treatment. Results of the research indicated that: (1) the growth and physiological indexes were closely related to the application amount of phosphorus fertilizer. (2) The amount of phosphorus was gradually increased among the range of  $0-0.375 \text{ g/pot}$ , with which the seedling height, the ground diameter, the leaf area, the biomass and the chlorophyll of seedlings were increased accordingly, when the amount of phosphorus used exceeded the  $0.375 \text{ g/pot}$ , the indicators aboved tended to fall. According to the twice functional relationship between indicators researched and the application quantity, the appropriate amount of phosphorus fertilizer was  $0.28-0.46 \text{ g/pot}$  for one year-old *Osmanthus fragrans* seedling.

**Key words:** *Osmanthus fragrans*; fertilization; phosphorus; physiological property; regression equation

木犀(桂花) *Osmanthus fragrans* 为木犀科 Oleaceae 木犀属 *Osmanthus* 常绿常绿乔木或灌木, 是我国传统十大名花之一<sup>[1]</sup>。木犀花为名贵香料, 并作食品香料。磷是植物六种常量元素之一, 对植物的生长具有调控作用<sup>[2]</sup>。适当地施磷肥可以提高农产品的产量和品质<sup>[3]</sup>。木犀原产中国, 后传入日本、英国、法国等国<sup>[4]</sup>。对木犀的研究主要集中在品种分类<sup>[5-6]</sup>、类黄酮<sup>[7]</sup>、园林景观应用等方面, 而且主要集中在国内。在木犀的施肥管理上往往存在重氮肥轻磷、钾肥的现象, 使其生长受到较大影响, 而关于木犀苗期磷肥的相关研究鲜有报道。因此, 作者开展木犀苗期施磷效应研究, 旨在探索磷肥对木犀生长的影响, 选出适宜的施磷量, 为木犀的合理施肥提

收稿日期: 2017-03-16; 修回日期: 2017-07-20

作者简介: 叶朝军, 助理研究员, 从事林业产业化推广研究; 24283680@qq.com。通讯作者简介: 吴江, 林业工程师, 从事森林培育研究; E-mail: wuj524@126.com。

供理论依据。

## 1 试验材料与方法

### 1.1 试验材料

试验在浙江省台州市黄岩区院桥镇岙里街村进行, 实验材料为 1 年生规格基本一致的木犀扦插苗, 品种为‘橙红丹桂’, 苗高为 21.3 cm, 地径为 4.1 mm, 于 2015 年 2 月底定植于加仑盆内 (18 cm×20 cm), 每盆装培养土 3 kg, 每个加仑盆移植 1 株木犀苗, 底下再放一个托盘, 以防止肥料流失。实验结束后 (2015 年 12 月) 再进行生物量测定。栽培基质为沙性土壤 (养分含量低), pH 值 6.3, 速效钾  $51.1 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ , 速效磷  $3.8 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ , 碱解氮  $95 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。供试肥料氮肥为含氮 46% 的尿素 (浙江晋巨化工有限公司生产); 磷肥为含  $\text{P}_2\text{O}_5$  12% 的过磷酸钙 (广西西江化工有限责任公司生产), 钾肥为含  $\text{K}_2\text{O}$  60% 的氯化钾 (内蒙古天保丰肥业有限责任公司生产)。

### 1.2 试验设计

采用随机区组试验设计, 7 种施磷 (过磷酸钙) 水平, 重复 3 次, 每重复 5 盆。每盆施基础肥料: 尿素  $1.64 \text{ g} \cdot \text{盆}^{-1}$ , 氯化钾  $0.94 \text{ g} \cdot \text{盆}^{-1}$ , 以不施磷肥作为对照 (P1), P2 施磷肥  $0.125 \text{ g}$ , P3 施磷肥  $0.250 \text{ g}$ , P4 施磷肥  $0.375 \text{ g}$ , P5 施磷肥  $0.500 \text{ g}$ , P6 施磷肥  $0.625 \text{ g}$ , P7 施磷肥  $0.750 \text{ g}$ 。基础肥料和试验磷肥混合均匀后, 采用环状沟施, 分 2 次施入, 每次施总量的一半, 第一次在 3 月上旬, 第二次在 4 月上旬。

### 1.3 数据测定

1.3.1 苗高和地径测定 试验结束时 (12 月 1 日), 分别采用直尺和游标卡尺对苗高和地径进行测定。

1.3.2 叶绿素含量测定 试验结束后 (12 月 1 日), 每个处理取 3 ~ 5 轮功能叶, 剪成细长条作为混合样。称取  $0.1 \text{ g}$  混合样, 加入  $5 \text{ mL}$  80% 的乙醇溶液, 煮沸  $2 \text{ min}$  后置于阴凉处  $0.5 \text{ h}$ , 定容至  $5 \text{ mL}$ 。于 721 分光光度计测定在波长  $645 \text{ nm}$  和  $663 \text{ nm}$  下的光密度值。

$$\text{叶绿素 a (mg} \cdot \text{g}^{-1} \text{鲜质量)} = (12.7D_{663} - 2.69D_{645}) * [V / (1000 * W)]$$

$$\text{叶绿素 b (mg} \cdot \text{g}^{-1} \text{鲜质量)} = (22.9D_{645} - 4.63D_{663}) * [V / (1000 * W)]$$

$$\text{叶绿素总含量 (mg} \cdot \text{g}^{-1} \text{鲜质量)} = (20.2D_{645} + 8.2D_{663}) * [V / (1000 * W)]$$

式中,  $D$  为光密度读数,  $V$  为叶绿素提取液总体积,  $W$  为所用叶片鲜质量 ( $\text{g}$ )。

1.3.3 生物量测定 试验结束时 (12 月 1 日), 收获整株木犀苗, 按叶、茎、根进行分类, 用纯净水洗净后晾干在  $100^\circ\text{C}$  条件下杀青  $10 \text{ min}$ ,  $60^\circ\text{C}$  烘干至恒重, 测定各部分干重, 每个处理随机取 5 株进行测定。

1.3.4 叶面积测定 试验结束后 (12 月 1 日), 用叶面积测定仪对选用生物量测定的 5 株木犀苗全株叶片进行测量, 每个处理测量 5 株全株叶面积, 再根据测量结果计算单叶叶面积。

### 1.4 数据分析方法

利用 DPS 软件对数据进行方差 (Duncan 新复极差法) 和一元非线性回归分析。

## 2 结果分析

### 2.1 施磷肥对木犀生长的影响

从表 1 结果可知, 在低磷量 ( $0 \sim 0.375 \text{ g} \cdot \text{盆}^{-1}$ ) 时, 施磷肥对木犀苗高、地径、单株叶面积和单叶面积有促进作用, P4 处理下木犀的苗高、地径、单株面积和单叶面积分别比对照平均增加 6.2%, 3.8%, 11.6% 和 2.5%, 但当施磷量超过  $0.375 \text{ g} \cdot \text{盆}^{-1}$  时, 苗高、地径、单株叶面积、单叶面积反而随施磷肥量的增加而下降。进一步统计分析表明, 供试木犀苗高、地径、单叶叶面积、单株叶面积与磷肥施用量之间存在一元二次曲线回归关系 (见表 2), 由此求出理论最高苗高为  $51.63 \text{ cm}$  (年施磷量  $0.28 \text{ g} \cdot \text{盆}^{-1}$ ), 地径  $8.27 \text{ mm}$  (年施磷量  $0.39$

g·盆<sup>-1</sup>), 单株叶面积 237.46 cm<sup>2</sup> (年施磷量 0.38 g·盆<sup>-1</sup>), 单叶面积 3.36 cm<sup>2</sup> (年施磷量 0.17 g·盆<sup>-1</sup>)。

表 1 施磷肥对木犀苗高、地径、单株叶面积和单叶面积的影响  
Table 1 Effects of P supply on height, diameter, single leaf area and single plant leaf area

处理	苗高/cm	地径/mm	单株叶面积/cm <sup>2</sup>	单叶面积/cm <sup>2</sup>
P1	47.5±11.2ab	7.81±0.95a	212.7±30.7a	3.28±0.45ab
P2	48.0±14.5ab	7.84±0.74a	235.3±49.7a	3.36±0.51a
P3	51.4±8.5a	8.09±1.20a	236.1±29.23a	3.37±0.62a
P4	51.9±8.8a	8.39±0.89a	240.9±35.0a	3.42±0.64a
P5	49.2±7.4ab	8.28±0.79a	228.3±44.3a	3.05±0.40abc
P6	44.7±5.9ab	8.10±0.78a	226.5±23.9a	2.92±0.47bc
P7	41.9±7.1b	7.73±0.85a	223.0±26.6a	2.85±0.39c

注: 同列中不同字母间表示差异显著 ( $P < 0.05$ ), 下表同。

表 2 施磷肥量与苗高、地径、单株叶面积和单叶面积的回归关系  
Table 2 The regression equations for growth indexes

项目	回归方程	决定系数	F 值	P 值
苗高与施磷量	$y = 47.882\ 4 + 26.714\ 9x - 47.588\ 3\ x^2$	0.964\ 7	54.609\ 6	0.001\ 20
地径与施磷量	$y = 7.680\ 7 + 2.993\ 7x - 3.798\ 9\ x^2$	0.811\ 6	8.613\ 2	0.003\ 55
单株叶面积与施磷量	$y = 217.826\ 2 + 103.181\ 2x - 135.586\ 2x^2$	0.700\ 7	4.680\ 0	0.089\ 60
单叶面积与施磷量	$y = 3.311\ 4 + 0.60071\ 4x - 1.744\ 7\ x^2$	0.487\ 1	12.174\ 2	0.001\ 90

2.2 施磷量对木犀叶绿素含量的影响

从表 3 可知, 叶绿素 a, 叶绿素 b, 叶绿素 a/b 及叶绿素总量在不同施磷水平下变化趋势基本一致。在低施磷量 (0~0.375 g·盆<sup>-1</sup>) 时, 叶绿素 a, 叶绿素 b 和总叶绿素质量分数随施磷量的提高而逐渐提高, 当年施磷量超过 0.375 g·盆<sup>-1</sup> 时, 则随施磷量的增加而逐渐下降。另外, 施磷量对木犀苗木叶绿素 a/b 的比值也有影响, P4 处理下叶绿素 a/b 出现峰值。

表 3 施磷肥对木犀叶片叶绿素含量的影响  
Table 3 Effects of P supply on chlorophyll indexes

处理	叶绿素 a/(mg·g <sup>-1</sup> )	叶绿素 b/(mg·g <sup>-1</sup> )	叶绿素总/(mg·g <sup>-1</sup> )	叶绿素 a/b
P1	0.57±0.01b	0.31±0.01b	0.89±0.01b	1.82±0.08a
P2	0.64±0.04a	0.34±0.03ab	0.98±0.04a	1.89±0.20a
P3	0.66±0.02a	0.36±0.02a	1.02±0.03a	1.82±0.02a
P4	0.67±0.03a	0.35±0.04ab	1.02±0.07a	1.95±0.14a
P5	0.58±0.04b	0.30±0.02bc	0.88±0.06b	1.91±0.03a
P6	0.57±0.02b	0.32±0.02b	0.89±0.03b	1.77±0.08a
P7	0.48±0.01c	0.27±0.01c	0.75±0.01c	1.80±0.01a

2.3 施磷量对木犀生物量的影响

经方差分析, 施磷对木犀各部位生物量均有不同程度的影响 (表 4)。叶生物量、茎生物量均以 P3 (0.25 g·盆<sup>-1</sup>) 处理效果最好, 但各个处理间差异不显著, 这可能与磷肥施入土壤被固定导致磷肥利用率低有关; 根生物量、总生物量以 P5 (0.5 g·盆<sup>-1</sup>) 处理效果最好, 超过此施肥量时, 2 种生物量均有不同程度的下降。将数据按表 5 公式算出理想叶、茎、根和总生物量的最佳年施磷量分别为 0.37, 0.29, 0.46, 0.42 g·盆<sup>-1</sup>。

表 4 施磷量与各器官生物量及总生物量的关系  
Table 4 The regression equations for biomass indexes

处理	各组织平均生物量/(g·株 <sup>-1</sup> )			
	叶生物量	茎生物量	根生物量	总生物量
P1	9.23±1.33a	3.77±1.07a	10.94±2.32b	23.94±3.46a
P2	9.63±2.04a	4.01±0.93a	12.14±0.18ab	25.78±3.72a
P3	10.25±1.27a	4.12±1.21a	13.05±1.68ab	27.42±5.03ab
P4	10.14±1.97a	3.95±1.10a	13.99±0.80ab	28.08±3.31a
P5	9.88±1.44a	3.82±0.88a	14.42±0.68a	28.12±2.37a
P6	9.45±1.00a	3.79±0.87a	13.72±1.22ab	26.96±3.10ab
P7	9.44±1.27a	3.57±0.77a	12.57±2.54ab	25.58±2.06b

表 5 施磷量与各器官生物量及总生物量的回归关系  
Table 5 The regression equations for biomass

项目	回归方程	决定系数	F 值	P 值
叶生物量与施磷量	$y = 9.275\ 5 + 4.314\ 3x - 5.790\ 5x^2$	0.780	7.079	0.005
茎生物量与施磷量	$y = 3.831\ 2 + 1.285\ 7x - 2.224\ 8x^2$	0.841	10.600	0.025
根生物量与施磷量	$y = 10.727\ 1 + 14.588\ 6x - 15.862\ 9x^2$	0.960	47.350	0.002
总生物量与施磷量	$y = 23.833\ 8 + 20.188\ 6x - 23.878\ 1x^2$	0.992	255.18	0.000

3 结论与讨论

合理施肥是提高作物产量、品质的重要栽培措施<sup>[8]</sup>。磷是植物生长发育需要的大量营养元素,在各种代谢、酶促反应过程中起着至关重要的作用<sup>[9]</sup>。缺磷时植物生长受阻,生物量和品质大大降低<sup>[10]</sup>。本研究表明,较低的施磷量(0~0.375 g·盆<sup>-1</sup>)对木犀的苗高、地径、生物量及叶绿素含量有不同程度的促进作用,但年施磷量超过0.375 g·盆<sup>-1</sup>时,上述各项生长指标均受到不同程度的抑制。试验中根系对磷肥的反映最为明显,这与周玮<sup>[11]</sup>对马尾松 *Pinus massoniana* 的研究相一致。综合本试验条件下各处理木犀苗木施磷肥的生长及生理效应可知,木犀苗期最佳施磷量为年施 0.28~0.46 g·盆<sup>-1</sup>。

参考文献:

[1] 方云亿. 浙江植物志[M]. 杭州: 浙江科学技术出版社, 1989.

[2] Kerkhoff A J, Fagan W F, Elser J J, *et al.* Phylogentic and growth form variation in the scaling of nitrogen and phosphorus in the seed plants[J]. *Am. Nat.*, 2006, 168 (4): 103–122.

[3] 韦美丽, 向桂林, 黄天卫, 等. 磷胁迫对三七生长及干物质积累的影响[J]. *中国农学通报*, 2016, 32 (34): 97–102.

[4] 臧德奎, 向其柏, 刘玉莲, 等. 中国桂花的研究历史、现状与桂花品种国际登录[J]. *植物资源与环境学报*, 2003, 12 (4): 49–53.

[5] 朱长山. 河南桂花品种的分类研究[J]. *河南农业大学学报*, 1992, 26 (2): 192–201.

[6] 臧德奎, 向其柏, 刘玉莲. 木犀属品种分类研究 [J]. *林业科学*, 2006, 42 (5): 17-21

[7] 陈培珍, 刘俊劭, 刘瑞来, 等. 丹桂花总黄酮超声辅助提取及抗氧化性的研究[J]. *食品研究与开发*, 2015, 36 (23): 47–51.

[8] 赵伟, 刘梦龙, 杨圆圆, 等. 减施磷肥对番茄植株生长、产量、品质及土壤养分状况的影响[J]. *中国农学通报* 2017, 33 (1): 47–51.

[9] ABELSON P H. A potential phosphate crisis [J]. *Science*, 1999, 283: 2015–2021.

[10] 邱云峰, 罗小菊. 不同磷源对芥蓝生长的影响[J]. *园艺学*, 2017, 4: 46–48.

[11] 周玮. 磷肥对马尾松苗木生长动态的影响[J]. *湖北农业科学*, 2014, 53 (17): 4092–4095.