

## 不同肥料对杨梅生长和结瘤固氮的影响\*

吴晓丽 顾小平

**关键词** 杨梅、施肥、结瘤量、固氮活性、生长量

杨梅 [*Myrica rubra* (Lour) Sieb et Zucc] 是一种园艺果树, 分布于江南沿海各省。由于其根系上有放线菌形成的根瘤, 可固定大气中的氮, 属非豆科固氮树种, 因此具有耐瘠薄、适应性强的特点, 在荒山绿化、水土保持、改良土壤、发展山区经济方面有广阔的前景, 是南方山区目前重点发展的果树之一。在管理方面, 目前除浙江省个别地区及江苏吴县以外, 很少施肥, 管理较粗放, 为了提早结果、增加产量, 也主张施用 N、P、K 等的化学肥料及有机质、草木灰肥料<sup>[1]</sup>。但目前的施肥未考虑杨梅作为固氮植物的特性。本研究结合目前杨梅的施肥现状, 着重对幼年期杨梅施用 N、P、K 化学肥料及有机质和草木灰对其根系结瘤量、根瘤固氮活性及枝叶生长量的影响进行研究, 为杨梅的合理施肥及最大限度地发挥其结瘤固氮作用提供科学依据。

### 1 材料与方 法

#### 1.1 试验材料

供试土壤为本所山地红壤, 主要理化性质见表 1。

供试苗木为来自黄岩秀岭村的 1 年生实生苗, 苗木生长整齐, 种植前剪去所有叶子和多

表1 供试土壤的主要理化性质

有机质 (%)	全 N (%)	水解 N (ppm)	全 P (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %)	速 P (ppm)	全 K (K <sub>2</sub> O %)	速 K (ppm)
1.353	0.077	42.05	0.071	2.29	1.729	200.70

余枝条, 只留一主枝, 同时对根系进行修剪, 剪去过长的主根、侧根和须根, 并摘去所有根瘤, 使根系量基本一致。

供试肥料: N 肥——尿素 (含 N 量 46%), P 肥——NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O (化学纯), K 肥——KCl (化学纯), 有机肥——猪栏粪, 草木灰。

#### 1.2 试验设计

N、P、K 施肥试验采用三因子二次通用旋转组合设计<sup>[2]</sup>, 每因素设 5 个水平, 共 20 个处理, 每处理 4 次重复, 水平编码如表 2。

施用有机肥料试验采用对照都不施肥和施 0.4 kg、0.8 kg 猪栏粪 (分别为施入土重的 1/20 和 1/10) 两个处理, 4 次重复, 施草木灰试验以施 0.4 kg 有机肥的处理为对照, 再加施 5 g、10 g 草木灰两个处理, 4 次重复。

1993—04—26 收稿。

吴晓丽工程师, 顾小平 (中国林业科学研究院亚热带林业研究所 浙江富阳 311400)。

\*本研究是亚热带林业研究所青年基金项目资助的研究内容之一。

表2 试验水平

水平	$X_{0j}$	施N量(g/盆)		施P量(g/盆)		施K量(g/盆)	
0	-r	$Z_{11}$	0	$Z_{12}$	0	$Z_{13}$	0
1	-1	$Z_{01} - \Delta_1$	0.60	$Z_{02} - \Delta_2$	0.60	$Z_{03} - \Delta_3$	0.70
2	0	$Z_{01}$	1.50	$Z_{02}$	1.50	$Z_{03}$	1.75
3	+1	$Z_{01} + \Delta_1$	2.40	$Z_{02} + \Delta_2$	2.40	$Z_{03} + \Delta_3$	2.80
4	+r	$Z_{21}$	3.00	$Z_{22}$	3.00	$Z_{23}$	3.50
	$\Delta_i$		0.90		0.90		1.05

1.3 施肥及管理

苗木于1992年3月4日种入盆钵，N、P、K施肥试验盆中土量为10 kg，种好后统一管理，待长出新枝后于5月19日、7月19日、8月19日、9月19日4次施肥，每次施肥量为总施肥量的1/4。有机肥和草木灰施肥试验在栽苗时一次施入，盆内土量为8 kg。

1.4 根系结瘤量、根瘤固氮活性及枝叶生长量测定

1992年10月25~27日每天10:00~11:00分三批对苗木进行以上测定，方法是先在盆中浇水使土壤疏松，然后连土和苗一起从盆中倒出，再用水冲散土块，苗木根系用水洗净，摘取根瘤，并用滤纸吸干其表面水分后称重。固氮活性测定用乙炔还原法<sup>[3]</sup>，当每株根瘤超过1g时分别称取1g放入青霉素小瓶中，不足1g时取实际量。植物枝叶生长量调查，是把当年所抽生的枝条完整地的主杆上剪下，称枝叶鲜重，以此枝叶生长量代表苗木生长情况。

2 试验结果

2.1 不同N、P、K水平对杨梅根系结瘤量、根瘤固氮活性及枝叶生长量的影响

按试验结果作出不同N、P、K水平和杨梅根系结瘤量、根瘤固氮活性及枝叶生长量的简单关系图(图1)。从图1可大致看出不同N、P、K水平对以上三个变量的影响。为了进一步推断它们之间的联系形式和密切程度，进行了回归分析。

由试验结果建立的  $N(x_1)$ 、 $P(x_2)$ 、 $K(x_3)$ 三因素和根系结瘤量(y)的回归方程为：

$$y = 1.252 - 0.592x_1 + 0.012x_2 + 0.201x_3 + 0.073x_1x_2 - 0.112x_1x_3 + 0.242x_2x_3$$

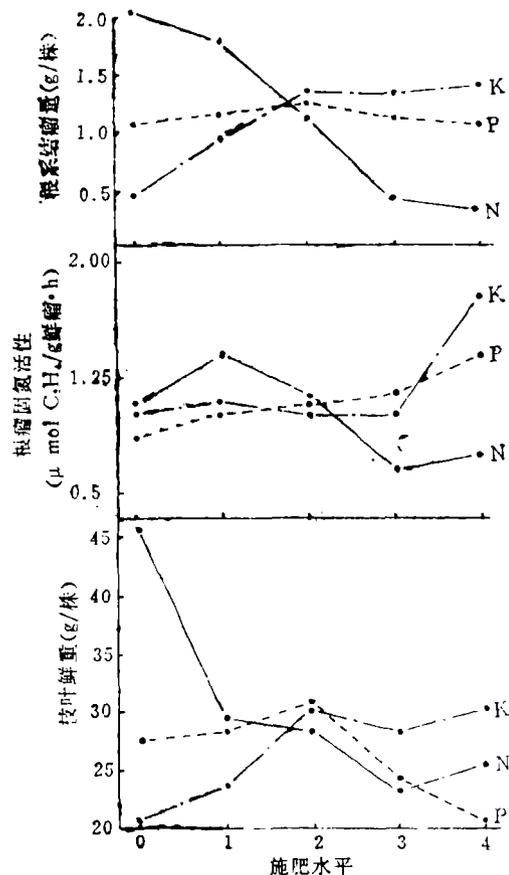


图1 不同N、P、K水平和杨梅根系结瘤量、根瘤固氮活性及枝叶生长量的关系

$$+ 0.001x_1^2 - 0.058x_2^2 - 0.106x_3^2$$

方差分析  $F_1 = (s_{2f}/f_{2f})/(s_{误}/f_{误}) = 0.323$ , 不显著,  $F_2 = (s_{回}/f_{回})/(s_{误}/f_{误}) = 4.166 > F_{0.05}$ , 显著, 说明此方程和实际拟合。对各回归系数  $b$  进行  $t$  检验后表明: 氮的一次项系数  $b_1$  为负值, 且极显著, 说明施氮不利于结瘤量的增加, 磷的一次项和二次项系数  $b_2$ 、 $b_{22}$  均不显著, 说明施磷对结瘤量的影响不明显, 钾的一次项系数  $b_3$  为正值且显著, 说明施钾有利于结瘤量的增加, 同时磷钾的交互作用有效, 其它交互作用无效。

按试验结果建立的  $N(x_1)$ 、 $P(x_2)$ 、 $K(x_3)$  三因素和根瘤固氮活性 ( $y$ ) 的回归方程为:

$$y = 1.111 - 0.266x_1 + 0.144x_2 + 0.030x_3 - 0.249x_1x_2 - 0.053x_1x_3 + 0.179x_2x_3 - 0.094x_1^2 - 0.036x_2^2 + 0.079x_3^2$$

方差分析  $F_1 = (s_{2f}/f_{2f})/(s_{误}/f_{误}) = 1.709$ , 不显著;  $F_2 = (s_{回}/f_{回})/(s_{误}/f_{误}) = 3.149 > F_{0.05}$ , 显著, 说明此方程和实际拟合, 对各回归系数进行  $t$  检验后表明: 氮的一次项系数  $b_1$  为负值且极显著, 说明施氮对固氮活性有抑制作用, 但从图 1 可看出少量施氮 (少于 0.6 g/盆) 时对固氮活性有微弱的促进作用。磷的一次项和二次项系数  $b_2$ 、 $b_{22}$  均不显著, 说明施磷对固氮活性的促进很微弱, 钾的一次项和二次项系数  $b_3$ 、 $b_{33}$  也均不显著, 说明施钾对固氮活性的促进也不明显, 同时它们的交互作用无效。

按试验结果建立的  $N(x_1)$ 、 $P(x_2)$ 、 $K(x_3)$  三因素和枝叶生长量 ( $y$ ) 的回归方程为:

$$y = 31.412 - 4.190x_1 - 2.214x_2 + 2.697x_3 + 1.066x_1x_2 + 0.165x_1x_3 + 1.390x_2x_3 + 1.064x_1^2 - 3.156x_2^2 - 2.258x_3^2$$

方差分析  $F_1 = (s_{2f}/f_{2f})/(s_{误}/f_{误}) = 1.37$ , 不显著;  $F_2 = (s_{回}/f_{回})/(s_{误}/f_{误}) = 7.388 > F_{0.01}$ , 显著, 说明此方程和实际拟合, 对各回归系数进行  $t$  检验后表明: 氮的一次项系数为负值, 且显著, 说明施氮对生长不利, 但二次项系数  $b_{11}$  不显著, 说明高水平的氮对其生长影响较小, 磷的一次项和二次项系数均为负值且显著, 说明施磷对生长也不利, 但结合图 1 可看出低水平下 (少于 1.5 g/盆) 施磷有微弱的促进作用。钾的一次项系数  $b_3$  为正值、二次项系数  $b_{33}$  为负值, 说明低水平施钾有效, 高水平下不利, 结合图 1 最佳范围大致在 1.75 g/盆左右, 它们的交互作用无效。

## 2.2 施用有机肥和草木灰对杨梅根系结瘤量、根瘤固氮活性及枝叶生长量的影响

从图 2 可以看出, 施用有机肥可大大提高杨梅的生长及结瘤固氮量, 且随有机肥施用量的增加, 杨梅的生长及结瘤固氮量呈增加趋势, 而 0.4 kg 有机肥拌草木灰的处理又优于单施有机肥的处理, 并且草木灰的用量从每盆 5 g 增至 10 g 时, 杨梅的生长及结瘤固氮量也随之增加。

## 3 讨 论

在固氮植物的施肥研究中, 一般认为少量施用氮肥有利于固氮植物的生长及结瘤固

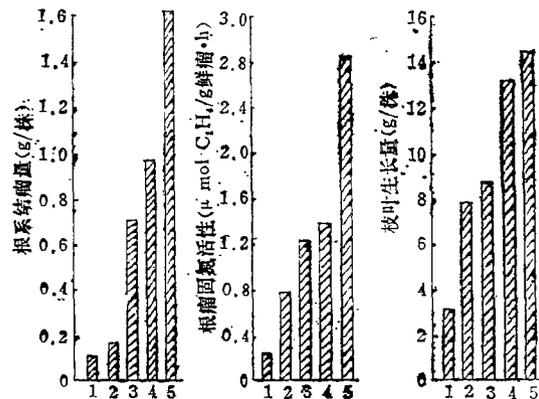


图 2 施用有机肥和草木灰对杨梅根系结瘤量、根瘤固氮活性及枝叶生长量的影响

1—CK (不施肥); 2—0.4 kg 有机肥; 3—0.8 kg 有机肥; 4—0.4 kg 有机肥 + 5 g 草木灰; 5—0.4 kg 有机肥 + 10 g 草木灰

氮,而超过一定量时则抑制其结瘤固氮<sup>[4]</sup>,但这个界线可能很低,而本研究的施氮水平设计偏高了一些,未找到比较统一的最佳施肥点。另外本试验中施用氮肥在0.6 g/盆时对杨梅生长影响最大,说明在根系还没有充分生长的情况下,固氮作用对杨梅的生长可能十分重要,因为本试验开始前曾对苗木根系进行了充分修剪,根系在其后的生长较缓慢,吸收养分的能力和范围有限,而施氮后又抑制了固氮作用,可能因此使生长受到影响。

在固氮植物的施肥研究中还认为磷在固氮植物的生长和结瘤固氮方面有显著的促进作用,而钾对固氮植物的生长和结瘤固氮的影响则次于磷<sup>[5]</sup>,本研究的结果却显示磷对杨梅的生长和结瘤固氮的影响不显著,而施用钾肥对杨梅的生长和结瘤固氮有利,是否是因为杨梅在和弗氏放线菌共生的同时还和菌根真菌共生,在不施用磷肥时菌根真菌就可提供杨梅生长所需的磷,而施用磷肥却恰恰使菌根真菌的作用减弱<sup>[6]</sup>,同时因为杨梅和弗氏放线菌及菌根真菌共生的特点使它具有特殊的利用氮和磷的能力,因此就表现出对钾的特殊要求。或则可能还有其它原因如:离子间的拮抗作用及供试土壤的原因等等,有待进一步的探讨。

本研究还显示施用有机肥和草木灰对杨梅的生长和结瘤固氮有利,这可能是因为有机肥改善了土壤结构,可促进根际微生物的生长,同时有机肥的肥效缓慢,而草木灰中除含有大量的钾素外还含有多种大量及微量元素所致。

### 参 考 文 献

- 1 缪松林,王定祥.杨梅.杭州:浙江科技出版社,1987.1~2,42,109~114.
- 2 上海师范大学数学系概率统计教研室.回归分析及其试验设计.上海:上海教育出版社,1978.191~219.
- 3 吴晓丽.浙江夏季干旱对不同土壤上桉木生长和结瘤固氮的影响.林业科学研究,1992.5(2):225~230.
- 4 Gorden J C, Wheeler C T (王沙生等译).森林生态系统中的生物固氮.北京:中国林业出版社,1990.155~158.
- 5 刘国凡,邓廷秀.再论土壤条件与桉木结瘤固氮的关系.土壤学报,1987,24(1):59~65.
- 6 郭秀珍,毕国昌.林木菌根及应用技术.北京:中国林业出版社,1989.35~122.

## *Effect of Different Fertilizations on the Growth Nodulation and Nitrogen Fixation of Myrica rubra*

Wu Xiaoli Gu Xiaoping

**Abstract** In this paper the influence on growth, nodulation and nitrogen fixing when applied N, P, K chemical fertilizers, organic fertilizer and ash fertilizer to *Myrica rubra* (Lour) Sieb et Zucc yourdling is studied. When adopting N, P, K three factors, five levels quadric rotation cut orthogonally design, three regression equations of N, P, K three factors to nodule growth increment, nodule nitrogen fixing activity, shoots and leaf growth increment of *Myrica rubra* are obtained. The contrast test of application shows that the application of organic fertilizer and ash fertilizer promotes the growth, nodulation and nitrogen fixation of *Myrica rubra*.

**Key words** *Myrica rubra*, fertilization, nodulation, growth increment, nitrogen fixation

Wu Xiaoli, Engineer, Gu Xiaoping (The Research Institute of Subtropical Forestry, CAF Fuyang, Zhejiang 311400).