

文章编号: 1000-5692(2006)01-0061-04

# 施肥对苗期银杏叶黄酮质量分数的影响

楼 崇, 唐二春, 汪贵斌, 张往祥, 曹福亮

(南京林业大学 森林资源与环境学院, 江苏 南京 210037)

**摘要:** 采用田间试验方法, 通过单因素和配方施肥2组试验, 研究氮、磷、钾等3种肥料对银杏 *Ginkgo biloba* 2年生实生苗叶黄酮质量分数和单株叶黄酮总量的影响。结果表明, 钾肥对银杏叶中黄酮质量分数的影响最大, 2组试验各水平间差异均达到极显著水平, 氮肥次之, 磷肥不显著。氮肥和钾肥对单株黄酮总量的影响均达到了极显著水平, 分别以施氮  $3.2 \text{ g} \cdot \text{株}^{-1}$  和钾  $2.4 \text{ g} \cdot \text{株}^{-1}$  最好, 单株黄酮总量分别达  $1.09 \text{ g} \cdot \text{株}^{-1}$  和  $1.00 \text{ g} \cdot \text{株}^{-1}$ 。其变化趋势与相应的单株生物量的趋势较一致。磷肥对黄酮影响不大。最好的配施处理是施氮  $4.8 \text{ g} \cdot \text{株}^{-1}$  + 钾  $2.4 \text{ g} \cdot \text{株}^{-1}$ , 最差的是施氮  $6.4 \text{ g} \cdot \text{株}^{-1}$  + 磷  $0.8 \text{ g} \cdot \text{株}^{-1}$ 。表5 参15

**关键词:** 植物生理学; 银杏叶; 施肥; 黄酮

**中图分类号:** S792.95      **文献标识码:** A

银杏 *Ginkgo biloba* 为单属单种植物, 为中国所特有的子遗植物。它集食用、材用、景观、生态保护和医药保健于一体, 是一种珍贵的经济树种<sup>[1]</sup>。从20世纪80年代以来, 银杏药品和保健品就一直倍受青睐<sup>[2,3]</sup>。黄酮是银杏叶中的主要药用成分, 是银杏叶用园的主要目标产物(提取物)。前些年的研究主要集中在银杏叶提取物的生产工艺和银杏制剂上, 而忽视了银杏叶资源优化的问题<sup>[4]</sup>。国内外对银杏施肥技术和矿质营养方面的研究虽然取得了一定的成果<sup>[5~10]</sup>, 但多停留在施肥对银杏生长指标的影响上, 对银杏叶品质有何影响研究得不够, 尤其对黄酮质量分数的影响目前只有少数人研究过, 而且不少报道之间尚有出入之处, 这些都有待于深入研究<sup>[11]</sup>。通过为期2a的田间试验和室内测定, 研究氮、磷、钾肥料对银杏叶黄酮质量分数的影响, 得出初步结论, 报道如下。

## 1 材料和方法

### 1.1 试验地概况

该试验地设在江苏省泰兴市银杏种质资源圃, 地处  $30^{\circ}59' \sim 32^{\circ}24' \text{N}$ ,  $119^{\circ}48' \sim 120^{\circ}22' \text{E}$ 。属北亚热带海洋性气候, 年平均气温为  $15^{\circ}\text{C}$ , 极端最高气温为  $38.8^{\circ}\text{C}$ , 极端最低气温为  $-12.5^{\circ}\text{C}$ , 1月平均气温为  $1.9^{\circ}\text{C}$ , 7月平均气温为  $27.7^{\circ}\text{C}$ , 无霜期229d, 年降水量1000mm左右。土壤类型为高砂土, 乃长江冲积物发育而成, 土壤pH值为6.85, 全氮  $1.0 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ , 有效磷  $5.34 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ , 速效钾  $30.54 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ , 有机质  $9.2 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。

### 1.2 试验材料

该试验野外部分于2000年2月至2001年9月在泰兴市银杏种质资源圃进行, 加上室内测定, 为期2a。供试苗木: 2年生泰兴大佛指实生苗, 平均苗高为66.7cm, 平均地径1.14cm。供试肥料及施肥方法: 氮肥是由海南生产的尿素, 氮质量分数为  $463 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ; 磷肥是由泰兴磷肥厂生产的过磷酸

收稿日期: 2005-02-15; 修回日期: 2005-10-20

基金项目: 江苏省科学技术攻关项目(BG2004314)

作者简介: 楼崇, 副教授, 从事森林生态学研究。E-mail: nlauto@163.com

钙,  $P_2O_5$  质量分数为  $160\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ; 钾肥为加拿大生产的氯化钾,  $K_2O$  质量分数为  $600\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。肥料于3月底、5月下旬和7月下旬分3次等量施入, 沟施, 施后覆土。

### 1.3 试验设计

该试验采用田间种植的方法, 苗木于2000年2月底定植。每个小区为1个处理, 1个小区定植25株苗木, 苗木间距为  $20\text{ cm}\times 30\text{ cm}$ 。试验包括单因素完全随机试验和多因素正交试验: 单因素完全随机试验分为氮、磷、钾等3种肥料处理, 每种处理设5个水平, 3个重复, 完全随机布置。多因素正交设计含氮、磷、钾等3种设5个水平, 3个重复, 按  $L^{25}(5^6)$  正交表随机布置。2种设计中各肥料的5个水平设置相同, 连续施肥2a(表1)。

为避免单因素施肥时其他肥料成为限制因素, 在第1年施肥时, 对每个单因素的各处理均配施了其他2种肥料, 其用量分别为: 氮肥处理每个水平均配施  $P_2O_5\ 1.6\text{ g}\cdot\text{g}^{-1}$  株<sup>-1</sup>,  $K_2O\ 1.6\text{ g}\cdot\text{g}^{-1}$  株<sup>-1</sup>; 磷肥处理各水平均配施尿素  $3.2\text{ g}\cdot\text{g}^{-1}$  株<sup>-1</sup>,  $K_2O\ 1.6\text{ g}\cdot\text{g}^{-1}$  株<sup>-1</sup>; 钾肥处理各水平均配施尿素  $3.2\text{ g}\cdot\text{g}^{-1}$  株<sup>-1</sup>,  $P_2O_5\ 1.6\text{ g}\cdot\text{g}^{-1}$  株<sup>-1</sup>。第2年没有配施。

表1 氮磷钾肥5个水平的施肥量

Table 1 Five contents of nitrogen phosphorus and kalium

氮(尿素)处理		磷( $P_2O_5$ )处理		钾( $K_2O$ )处理	
代号	用量/ $(\text{g}\cdot\text{株}^{-1})$	代号	用量/ $(\text{g}\cdot\text{株}^{-1})$	代号	用量/ $(\text{g}\cdot\text{株}^{-1})$
N1	0	P1	0	K1	0
N2	1.6	P2	0.8	K2	0.8
N3	3.2	P3	1.6	K3	1.6
N4	4.8	P4	2.4	K4	2.4
N5	6.4	P5	3.2	K5	3.2

### 1.4 测定方法

银杏叶黄酮质量分数和单株叶黄酮总量的测定: 采用卢丁为标样, 作标准曲线; 鲜叶在  $60\text{ }^\circ\text{C}$  烘干研碎, 过40目筛备用, 用索氏提取器提取, 在提取前先用乙醚去色(消除干扰), 直到接近无色为止, 再用甲醇提取黄酮, 直到接近无色; 用分光光度法测定, 根据标准曲线求得各处理的黄酮质量分数, 再乘以单株叶片质量即得银杏单株叶黄酮总量。

## 2 结果与分析

### 2.1 氮肥的影响

由表2可见, 不同氮肥水平处理下, 银杏叶中黄酮质量分数和单株银杏叶中黄酮总量存在差异。质量分数最大的是处理N1(对照)和处理N4, 从处理N1到处理N3, 银杏中黄酮质量分数逐渐减小, 可能是因为氮肥促进了生物量的增加, 进而稀释了其他养分元素, 而这其中一种或几种元素成为决定黄酮质量分数的限制性因子。而处理N4水平下银杏苗生物量已有所下降, 黄酮质量分数的限制性因子可能有所上升, 所以黄酮质量分数迅速上升。处理N5对银杏生长有明显的抑制作用, 生物量急剧下降, 这种情况下黄酮质量分数的下降可能有2种原因: 一方面是某些限制性因子的含量过高, 与过低一样, 也不利黄酮的合成; 另一方面是某些矿质元素的量过高抑制了限制性因子的吸收, 导致限制性因子的量过低, 这与处理N2和处理N3的情况是一致的。

单株黄酮总量以处理N3最大, 处理N4次之, 对照(N1)最小, 这与氮肥与生物量的关系较一致<sup>[12,13]</sup>, 因此可以认为使银杏获得最佳生长环境的施肥水平能最大量地获得黄酮。

表2 施氮肥对银杏叶中黄酮质量分数和单株叶中黄酮总量的影响

Table 2 Effect of nitrogen on flavonoid contents of ginkgo leaf

处理	黄酮质量分数/ $(\text{g}\cdot\text{kg}^{-1})$				多重比较		平均单株黄酮总量/g				多重比较	
	I	II	III	平均	0.05	0.01	I	II	III	平均	0.05	0.01
N1(对照)	2.96	2.81	3.07	2.95	a	A	0.71	0.60	0.65	0.65	b	B
N2	2.76	2.90	2.99	2.88	a	A	0.55	0.65	0.89	0.70	b	B
N3	2.83	2.75	2.92	2.83	a	AB	1.00	1.15	1.13	1.09	a	A
N4	2.81	2.97	3.08	2.95	a	A	0.96	1.15	1.14	1.08	a	A
N5	2.57	2.66	2.49	2.56	b	B	0.79	0.86	0.86	0.84	b	AB

## 2.2 磷肥的影响

对表 3 方差分析可知, 磷肥各施肥水平对银杏叶中黄酮质量分数的影响并不显著。对单株银杏叶中黄酮总量的影响也不显著。但这并不表明磷肥对银杏黄酮的合成不重要。事实上, 综合前人<sup>[14,15]</sup> 研究结果, 银杏叶中磷元素的质量分数通常为  $0.5 \sim 3.3 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ , 因此可以认为本试验地不缺磷肥。至于缺磷肥时效果如何, 应另做试验。

表 3 施磷肥对银杏叶中黄酮质量分数和单株叶中黄酮总量的影响

Table 3 Effect of phosphorus on flavonoid contents of ginkgo leaf

处理	黄酮质量分数/ ( $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ )				平均单株黄酮总量/g			
	I	II	III	平均	I	II	III	平均
P1 (对照)	3.10	3.19	2.94	3.08	0.84	0.94	0.79	0.85
P2	2.99	3.08	2.92	2.98	0.97	1.01	1.08	1.02
P3	2.81	2.99	1.03	2.93	0.94	0.81	0.99	1.03
P4	3.07	3.09	2.94	3.03	0.96	1.00	1.18	1.04
P5	2.85	2.97	2.74	2.85	0.85	0.77	0.90	0.84

## 2.3 钾肥的影响

由表 4 可见, 不同钾肥施肥水平下, 银杏叶黄酮质量分数和单株银杏叶黄酮总量存在着差异。进一步方差分析表明: 施钾肥对黄酮质量分数的影响达显著水平, 对单株黄酮总量的影响达极显著水平。黄酮质量分数最大的是处理 K4, 其次为处理 K1 (对照), 从处理 K1 至处理 K3, 银杏叶黄酮质量分数逐渐减小, 这种趋势与氮肥对其影响的基本一致。其机理可能和氮肥是一样的, 在此不再另外叙述。单株黄酮总量以处理 K4 最大, 其次是处理 K5, 对照 (K1) 最小。这与钾肥和生物量的关系是一致的, 即处理 K4 水平能最大限度地促进黄酮的合成。多重对比表明, K4 处理下黄酮质量分数与对照相比达极显著水平, 其增幅达 9.1%, 与处理 K5 相比增幅达 11.5%, 与其他各处理之间也达到了显著水平。处理 K4 水平下单株黄酮总量和对照的差异达极显著水平, 因此可认为处理 K4 为最佳施肥处理。

表 4 施钾肥对银杏中黄酮质量分数及单株叶中黄酮总量的影响

Table 4 Effect of kalium on flavonoid contents of ginkgo leaf

处理	黄酮质量分数/ ( $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ )				多重比较		平均单株黄酮总量/g				多重比较	
	I	II	III	平均	0.05	0.01	I	II	III	平均	0.05	0.01
K1 (对照)	2.85	2.64	2.76	2.75	b	B	0.71	0.64	0.72	0.69	c	C
K2	2.67	2.78	2.57	2.67	b	AB	0.71	0.85	0.71	0.76	c	CB
K3	2.71	2.51	2.58	2.60	b	AB	0.83	0.85	0.68	0.79	bc	ABC
K4	3.01	3.11	2.87	3.00	a	A	1.00	0.97	1.02	1.00	a	A
K5	2.53	2.71	2.84	2.69	b	AB	0.98	1.01	0.78	0.92	ab	AB

## 2.4 氮磷钾配方施肥的影响

通过 25 种配施处理, 对试验数据进行聚类分析和排序, 结果表明, 最好的处理是 N4P1K4, 其黄酮质量分数和单株黄酮总量均为最大; N4P3K1 和 N5P2K1 均比 N1P1K1 (对照) 差 (表 5)。这 2 种处理的共同特点是没施钾肥, 且氮肥的施用量较大。这说明在一种肥料极缺的情况下大量施用另一种肥料可能会对银杏叶中黄酮和单株黄酮总量造成负面影响。

表 5 氮磷钾配施对银杏叶中黄酮质量分数和单株黄酮总量的影响

Table 5 Effect of fertilization formula on flavonoid content of ginkgo leaf

处 理	黄酮质量分数/ ( $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ )	单株黄酮总量/g
N1P1K1	2.40	0.47
N4P1K4	2.99	1.27
N5P4K3	2.93	1.04
N4P3K1	2.16	0.34
N5P2K1	1.72	0.24

说明: 实测数据篇幅较大, 仅列出其中最好和最差的几组配施结果。

### 3 结论

综合分析, 施钾肥对银杏中黄酮质量分数的影响最大, 2组试验各水平间差异均达到极显著水平, 氮肥次之, 磷肥不显著。黄酮质量分数最大的处理分别是处理N4和处理K4, 其中处理K4与对照相比差异极显著。氮肥和钾肥对单株黄酮总量影响均达到了极显著水平。分别以处理N3和处理K4水平最好, 能最大限度地促进黄酮的合成, 其变化趋势与相应的单株生物量的趋势较一致。因此可以认为使银杏获得最佳生长环境的施肥水平能最大量地获得黄酮。磷肥对其影响不大。最好的配方处理是N4P1K4, 最差的是N5P2K1, N4P3K1也很差。

#### 参考文献:

- [1] 曹福亮. 中国银杏[M]. 南京: 江苏科学技术出版社, 2002.
- [2] 宛志沪, 蔡其武. 银杏[M]. 北京: 中国中医药出版社, 2001.
- [3] 文甲举, 吴彬. 中国银杏资源和产业化现状及前景[J]. 湖北林业科技, 1999(1): 27-30.
- [4] 丁之恩. 银杏[M]. 北京: 中国林业出版社, 1999.
- [5] 韦翔华, 蒋代华, 白晓清, 等. 银杏磷素营养及其营养诊断方法的研究初报[J]. 广西农业生物科学, 1998, 17(3): 247-253.
- [6] 李庄康, 李群, 袁子祥, 等. 银杏生长的土壤肥力变化研究[J]. 土壤通报, 2000, 31(2): 73-75.
- [7] 王建, 魏刚. 银杏采叶园施肥效应研究[J]. 林业科技通讯, 1998(3): 24-26.
- [8] 康志雄. 叶用银杏不同施肥处理效应[J]. 浙江林学院学报, 1999, 16(3): 265-269.
- [9] 黄宁珍, 蓝福生, 罗洁, 等. 银杏施肥模式初探[J]. 广西科学院学报, 2000, 16(1): 18-21.
- [10] 俞飞飞. 施肥对银杏叶产量因子的影响[J]. 安徽农业科技, 1998, 26(4): 358-359.
- [11] 皇甫桂月. 当前银杏生产中存在的问题及对策[J]. 林业科技通讯, 1999(5): 3-6.
- [12] 沈雪珍. 叶用银杏栽培技术[J]. 浙江林业科技, 1995, 15(6): 28-31.
- [13] 姚志刚. 银杏叶用园林农复合经营机理的研究[D]. 南京: 南京林业大学, 1999.
- [14] 魏刚. 银杏不同营养器官中营养元素含量随季节动态的研究[J]. 北京林业大学学报, 1999, 21(1): 96-99.
- [15] 康志雄. 叶用银杏营养元素和叶绿素年周期变化研究[J]. 林业科技通讯, 1999(1): 18-19.

## Effects of fertilization on flavonoid content of *Ginkgo biloba* leaf in seedling stage

LOU Chong, TANG Er-chun, WANG Gui-bin, ZHANG Wang-xiang, CAO Fu-liang

(College of Forest Resources and Environment, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, Jiangsu, China)

**Abstract:** To research the effects of nitrogen, phosphorus, and kalium on flavonoid content of leaf of two-aged ginkgo seedling, field test including single diathesis test and formula fertilization test were done. The results showed that kalium had the greatest effect on flavonoid content of ginkgo leaves (the differentiation of both tests are quite notable); nitrogen took the second place; and the effect of phosphorus was little. When one seedling was fertilized 3.2 g nitrogen and 2.4 g kalium respectively, the falvonoid extracted from total leaves of one seedling were 1.09 g and 1.00 g respectively. Their diversification trends are similar to the trends of individual plant biomass. The best fertilization formula is 4.8 g nitrogen and 2.4 g kalium one plant, and the worst is 6.4 g nitrogen and 0.8 g phosphorus one plant. [Ch. 5 tab. 15 ref.]

**Key words:** plant physiology; *Ginkgo biloba* leaf; fertilization; flavonoid