

银杏叶营养元素季节性变化的研究*

王安友 任 莉

摘要 对银杏叶营养元素的季节性变化进行了研究,结果表明:银杏雌雄株无性系叶中 N、P、K、Ca、Mg、B、Fe、Zn、Mn、Cu 的含量随物候期呈规律性变化。雌株与雄株无性系叶片中 N、P、K、B、Fe、Zn 的含量变化有明显差异($P < 0.05$),Ca、Mg、Mn、Cu 的变化基本一致。大果无性系对 P、K、B、Zn 的吸收量最高而 Ca 的含量最低,不同无性系间(大、中、小果)N、Mg、Fe、Mn、Cu 则没有显著差异($P > 0.05$)。

关键词 银杏叶、营养成分、季节变化

银杏(*Ginkgo biloba* L.)是银杏科银杏属植物,为现存种子植物中最古老的子遗植物之一,也是起源于东亚的特有珍贵经济林树种。银杏富含多种营养及药物成分。银杏产品供不应求,生产规模迅速扩大,目前银杏科研多在栽培管理技术方面^[1],而有关银杏叶片营养元素的季节性变化研究至今未见有系统报道。为此用叶片分析法对银杏叶片中的矿质营养及其消长规律进行了研究,以期为人工栽培及管理提供理论依据。

1 试验地概况

试验地设在广西桂林地区海洋乡,属中亚热带,年平均气温 18.7℃,极端最高气温 36.6℃,极端最低气温-1.8℃。元月份最冷,平均气温 7.6℃,七月份最热,平均气温 27.9℃,全年总积温为 6 000℃。年平均降水量 1 983.2 mm,但分布不均匀,干、湿季明显,其中 4~6 月份雨水最多,占全年总降水量的一半,集中 5、6 月份,常有 100 mm 以上的暴雨出现。

6 个试验地土壤均为石灰岩母质风化红壤,pH 值在 6.5~7.2。所有的试验地灌溉及管理一致,只在春季施农家肥 1 500 kg/hm²,其余时间不施肥。

2 材料与方法

2.1 材料

银杏是雌雄异株的树种,于 1992~1994 连续 3 a 在广西桂林地区海洋乡 6 个试验地,按照银杏的年生长特性^[2,3],分别在 4、6、8、10 月采叶,每个试验地随机抽取海洋雄株 1 号无性系、海洋皇(大果,280 粒/kg)、海洋 2 号雌株(中果,360 粒/kg)、海洋普通(小果,560 粒/kg)各 10 株,在树体中上部东、南、西、北方向的无挂果枝上各采完整叶 20 片。所有无性系均达盛果期且无明显病虫害。

样品带回后立即放在含 0.1% 洗涤剂的水中洗涤 30 s,然后用自来水冲洗 2 min,再用去

1995-09-13 收稿。

王安友助理研究员(中国林业科学研究院林业研究所 北京 100091);任莉(中南林学院)。

* 本文的样品采集得到了广西桂林地区林业局杨春生及海洋乡银杏协会熊远龙同志的大力帮助,在此表示感谢。

离子水冲洗干净,洗净的叶子用滤纸吸干,然后在80℃烘箱中烘干,烘干的样品研细过0.5 mm的筛,最后放在灭菌密封的塑料瓶中保存备用。

2.2 分析方法

按照《土壤农业化学常规分析方法》^[4]测定。N用扩散法,P用钼锑抗比色法,K用火焰光度计法,B用姜黄素比色法,Ca、Mg、Fe、Cu、Zn、Mn用原子吸收光谱法。

所得数据进行数理统计分析。

3 结果分析

通过统计分析,各试验地同一无性系在同一时间采样的叶片营养元素含量无明显差异($P > 0.05$),所以,对6个试验地的数据求均值($\pm SE$)。3a内同一无性系在同一时间采样的叶片营养含量也无明显差异($P > 0.05$),所以,对3a数据求均值($\pm SE$)。但雌株与雄株无性系、雌株无性系间叶片部分营养元素含量经过 t 检验有明显差异。

银杏无性系所有营养元素都随季节而变化,特别作为挂果的雌株无性系变化更明显(表1,2)。本研究结果虽不能提供最佳采样期,但是可用于说明4个采样时间(4、6、8、10月)的树体营养状况。

3.1 银杏雌雄株叶片常量元素的季节性变化

3.1.1 N变化 表1表明:雄株N随季节变化而下降,但下降不明显,雌株N随季节变化呈明显下降趋势;雌株与雄株无性系含N量在8月、10月存在差异。该结果与其它落叶果树,柿子(*Ficus carica* L.)^[5]、平榛(*Corylus heterophylla* Fisch)^[6]、核桃(*Juglans regia* L.)^[7]、欧榛(*Corylus avellana* L.)^[8]、美国山核桃(*Carya illinoensis* H.)^[9]的研究基本一致。

3个雌株无性系(大、中、小果)N的季节性变化无明显差异。

表1 1992~1994年银杏叶常量元素含量

(单位:g/kg)

无性系号	采样时间(月)	物候期	N	P	K	Ca	Mg
海洋雄株1号	4	开花	24±0.4	1.5±0.3 b	3.7±0.3 b	47.6±2	3.4±0.3
	6	生长	21±0.3	1.0±0.6 b	5.4±0.7	53.8±1	3.7±0.1
	8	生长	21±0.3 b	1.6±0.4 b	6.2±0.5 b	64.2±9	4.0±0.6
	10	落叶前	20±0.2 b	1.5±0.3 b	6.2±0.5 b	66.6±7	3.8±0.6
海洋皇雌株(大果)	4	开花	21±0.5	1.9±0.2 ac	8±0.2 ac	20±2 c	3±0.5
	6	果生长	19±0.3	1.6±0.3 c	6±0.7 ac	31±9 ac	2±0.6
	8	果成熟	17±0.5	1.1±0.3 c	5±0.4 ac	36±2 ac	3±0.6
	10	果采后	15±0.4	0.9±0.3 c	3.5±0.8 ac	36±7 ac	3±0.4
海洋2号雌株(中果)	4	开花	24±0.4	1.5±0.3	5.0±0.8	33.0±3	5.7±0.1
	6	果生长	17±0.3	1.3±0.2	2.5±0.1	61.9±1	5.4±0.3
	8	果成熟	14±0.2	1.0±0.1	1.7±0.9	71.4±3	6.8±0.6
	10	果采后	14±0.2	0.8±0.2	1.5±0.6	76.1±9	6.4±0.3
海洋普通雌株(小果)	4	开花	23±0.3	0.9±0.03	4±0.7	52±4	5±0.5
	6	果生长	16±0.3	0.5±0.04	3±0.9	80±9	6±0.1
	8	果成熟	14±0.2	0.5±0.06	9±0.9	90±5	6±0.3
	10	果采后	14±0.2	0.4±0.02	1±0.9	90±2	5±0.3

注:a表示在同一采样时间内雌株大、中、小果数据差异显著($P < 0.05, N = 180$);b表示在同一采样时间内雄株与雌株大果数据差异显著($P < 0.05, N = 180$);c表示在同一采样时间内雌株大果仅与小果数据差异显著($P < 0.05, N = 180$)。

3.1.2 P 变化 雄株 P 在开花期以后出现下降, 6 月份达到最低(1 g/kg), 随后开始回升, 8 月份后恢复到开花前水平; 雌株 P 的变化随季节变化而下降, 开花期(4 月) 最高(1.9~0.9 g/kg), 果实采后期(10 月) 最低(0.9~0.4 g/kg)(表 1)。该趋势与柿子、平榛^[5,6]一致。

大果无性系对 P 的吸收能力明显大于中果和小果无性系。大果 P 的变化幅度为 1.9~0.9 g/kg, 中果海洋 2 号的变化幅度为 1.5~0.8 g/kg, 小果海洋普通为 0.9~0.4 g/kg。

在 4 个采样期, 雌株与雄株无性系、雌株无性系间大果与小果 P 含量存在差异。

3.1.3 K 变化 雄株中 K 的含量随季节变化而增加(3.7~6.2 g/kg); 雌株中 K 的含量随季节变化而降低, 与其它落叶果树的 K 的含量变化一致^[10]; 但含量低于柿子^[5]。

3 个雌株无性系中, 小果无性系 K 的含量(4~1 g/kg) 明显少于中果(5~1.5 g/kg)、大果(8~3.5 g/kg) 无性系。雌株无性系间的 4 个采样期, 雌株与雄株无性系 K 含量于 4、8、10 月存在差异。

3.1.4 Ca、Mg 变化 Ca 是一种不易流动、不易被利用的元素, 是构成细胞壁的主要元素, 从表 1 可以看出, 银杏雌雄株 Ca 的含量随季节而增加, 但增加较慢。小果无性系对 Ca 的吸收及含量最高, 含量比柿子高^[5]。大果与小果 4 个采样期 Ca 含量存在差异, 大果与中果 Ca 含量于 6、8、10 月存在差异。

银杏雌雄株 Mg 的变化相似, 含量都随季节性的变化减慢。

3.2 银杏雌雄株微量元素的变化

3.2.1 B 变化 雄株叶中 B 的含量随季节而增加, 开花期叶中 B 含量最低(24 mg/kg), 落叶前期最高(48 mg/kg), 这是由于树体中的 B 转移造成的(表 2)。

表 2 1992~1994 年银杏叶微量元素含量

(单位: mg/kg)

无性系号	采样时间(月)	物候期	B	Fe	Zn	Mn	Cu
海洋雄株 1 号	4	开花	24 ± 4 b	210 ± 33 b	133 ± 3	60 ± 14	42 ± 3
	6	生长	25 ± 2 b	197 ± 14 b	66 ± 17 b	40 ± 20	31 ± 5
	8	生长	30 ± 1	381 ± 28	138 ± 11 b	60 ± 10	31 ± 2
	10	落叶前	48 ± 6 b	355 ± 36 b	80 ± 15 b	70 ± 22	27 ± 9
海洋皇雌株(大果)	4	开花	37 ± 4 ac	276 ± 32	133 ± 33 ac	60 ± 12	30 ± 9
	6	果生长	18 ± 3	305 ± 21	97 ± 14 c	50 ± 10	24 ± 3
	8	果成熟	32 ± 6 c	407 ± 18	95 ± 24 c	70 ± 11	25 ± 7
	10	果采后	40 ± 6 c	394 ± 27	139 ± 25 ac	80 ± 15	24 ± 2
海洋 2 号雌株(中果)	4	开花	27 ± 5	250 ± 10	105 ± 17	60 ± 13	28 ± 5
	6	果生长	18 ± 2	381 ± 50	95 ± 24	50 ± 21	25 ± 7
	8	果成熟	28 ± 3	398 ± 42	90 ± 15	75 ± 11	21 ± 4
	10	果采后	37 ± 4	342 ± 18	121 ± 24	80 ± 20	20 ± 7
海洋普通(小果)	4	开花	22 ± 4	263 ± 16	87 ± 17	70 ± 14	31 ± 14
	6	果生长	20 ± 4	289 ± 14	85 ± 20	60 ± 11	25 ± 17
	8	果成熟	21 ± 5	408 ± 42	66 ± 16	80 ± 14	25 ± 10
	10	果采后	28 ± 3	387 ± 37	96 ± 19	90 ± 3	24 ± 12

雌株 B 的含量自开花期降低, 在果实生长期最低, 为 18~20 mg/kg, 当果实成熟时, 叶中

B 的含量又回升到开花期水平,之后逐渐增加。银杏 B 含量明显低于其它果树^[5],这是否意味此地银杏缺乏 B?有待进一步探讨。4、6、10 月雌株与雄株,4、8、10 月大果与小果含 B 量有差异(表 2)。

B 的这种变化与银杏生理生长规律相一致,B 是座果及果实膨大的必要元素^[11],4 月份开花期,叶片中 B 的含量降低,进入 6 月果实生长期,叶中 B 的转移量最大,叶中的 B 含量最小,当果实成熟时,B 的转移量又减少,叶中 B 含量回升,采果后,B 的积累达到最高(28~40 mg/kg)。不同雌株无性系间,大果无性系(海洋皇)对 B 的吸收量最大,进入 4 月份,大果无性系(海洋皇)叶片含 B 37 mg/kg,而中果、小果无性系分别为 27、22 mg/kg。大果无性系对 B 的转移量也最大,从开花到果实生长期 B 转移量 19 mg/kg,而其它无性系只转移 2~9 mg/kg。

3.2.2 Fe 变化 雄株叶片 Fe 的含量在开花期较高,以后逐渐降低,6 月份达到最低,之后又逐渐上升,8 月份达到最高值,随后又有所下降(表 2)。

雌株叶片 Fe 的含量变化与雄株有所不同,最低值出现在开花期,到果实成熟期达到最高,然后逐渐下降,无性系间变化无明显差异。而 4、6、10 月雌株与雄株有差异(表 2)。此趋势与柿子不一致,Fe 的含量也高于柿子^[5]。

3.2.3 Zn 变化 雄株 Zn 的变化与 Fe 相似(表 2)。雌株 Zn 的含量开花期较高,进入果实生长期有所下降,果实成熟期达到最低值,果实采收后,叶中 Zn 的含量最高。这种变化趋势与其它落叶果树不一致^[5]。

大果无性系(海洋皇)对 Zn 的转移量最大,从开花期到果实生长期,Zn 的转移量为 36 mg/kg,其它无性系仅转移 2~10 mg/kg。含 Zn 量有差异时期为:雌雄株在 6、8、10 月,大、中果于 4、10 月,大、小果在 4 个采样期(表 2)。此变化与柿子^[5]不一致。

3.2.4 Mn 变化 雌雄株叶片中 Mn 的变化相似,4 月开花期较高,6 月最低,8 月份回升,采果后达到最高。

3.2.5 Cu 变化 雌雄株叶片中 Cu 的含量都随季节的变化而下降,且含量变化很慢。但 Cu 含量比其它落叶果树高^[5]。

4 结果讨论

试验认为,雌株由于结果,使树体营养元素含量与雄株有所不同,而雌株无性系间部分元素也存在差异。本试验所得数据,说明叶片营养元素含量及变化情况,虽然有部分元素在 8~10 月份变化较稳定,是否 8~10 月为最佳采样期,有待加大采样时间密度及采样量,方能作结论。

4.1 银杏无性系叶片营养元素与物候期变化规律

雌株与雄株叶片中 Ca、Mg、Cu、Mn 的季节变化无明显差异,而 N、P、K、B、Fe、Zn 变化存在明显差异。

4.2 无性系间叶片 B、Fe、Zn 含量变化

雌株 B、Fe、Zn 含量最高分别出现在 10、8、10 月,而最低含量月份分别为 6、4、8 月;雄株 B、Fe、Zn 含量最高则分别出现在 10、8、8 月,而最低含量月份分别为 4、6、6 月。

4.3 三个雌株无性系间差异

三个雌株无性系间各元素含量的季节性变化是一致的,但是不同无性系一些元素的吸收

出现不同。

小果无性系(海洋普通)对 P、K、Zn、B 的吸收都小于其它无性系,而其叶片中 Ca 的含量及对 Ca 的吸收较高。

大果无性系(海洋皇)对 P、K、B、Zn 的吸收量及含量最高,而 Ca 含量最低,无性系间 N、Mg、Fe、Cu、Mn 变化则没有显著差异。

在银杏的生产管理过程中,大量元素 N、P、K 固然重要,但加强对 P、K、B、Zn 的管理,有利于无性系优良性状的充分发挥。

参 考 文 献

- 1 陈鹏. 目前国内外银杏研究进展概况. 浙江林业科技, 1991, 11(4): 70 ~ 75.
- 2 何凤仁. 银杏的栽培. 南京: 江苏科学技术出版社, 1989.
- 3 梁立兴. 中国银杏. 济南: 山东科学技术出版社, 1988.
- 4 中国土壤学会农业化学专业委员会. 土壤农业化学常规分析方法. 北京: 科学出版社, 1983.
- 5 Patrick H Brown. Seasonal variations in fig (*Ficus carica* L.) leaf nutrient concentrations. Hort. Sci., 1994, 29(8): 871 ~ 873.
- 6 吴榜华, 彭立新. 平榛矿质营养元素年变化研究. 吉林林学院学报, 1993, 9(1): 40 ~ 43.
- 7 赵明范. 核桃树体 N、P、K 营养元素诊断中采叶时间的确定. 林业科学研究, 1991, 4(5): 578 ~ 581.
- 8 Kowalenko C G. Seasonal effect on leaf nutrient concentrations of filbert. Can. J. Soil Sci., 1982, 62: 209 ~ 211.
- 9 Cresswell G C, Wickson R J. Seasonal variation in the nutrient composition of the foliage of pecan. Aust. J. Exp. Agric., 1986, 26: 393 ~ 397.
- 10 Beutel J K, Lilel O. Leaf analysis for californian deciduous fruits. Soil and Plant Tissue Testing in California Bul., 1983. 1289.
- 11 潘瑞炽主编. 植物生理学. 北京: 高等教育出版社, 1984. 35 ~ 38.

Seasonal Variations of Leaf Nutrient Concentrations in *Ginkgo biloba* L.

Wang Anyou Ren Li

Abstract This paper deals with the study of seasonal variations on leaf nutrient concentrations in *Ginkgo biloba* L. The result has indicated that concentrations of N, P, K, Ca, Mg, B, Fe, Zn, Mn, Cu in the leaves of male and female trees varied throughout the growing season. Leaf nutrient concentrations of N, P, K, B, Fe, Zn differ significantly between male and female trees in three years ($P < 0.05$), but the concentrations of Ca, Mg, Mn, Cu do not differ significantly. The big fruit female clone has had the best ability of absorbing P, K, B, Zn and the worst of absorbing Ca, but their seasonal variations of the concentration of N, Mg, Fe, Mn, Cu are similar among the other female clones.

Key words *Ginkgo biloba* leaf, nutrient concentration, seasonal variation