

文章编号: 1002 1498(2005) 02 0147 06

元宝槭幼树施肥研究

N₀P₁₂₅K_{37.5} 不同施肥处理对生长与构型的影响*

苏建荣, 邓疆, 罗香, 杨文云

(中国林业科学研究院资源昆虫研究所, 云南 昆明 650224)

摘要: 在云南省禄丰县进行元宝槭幼树施肥试验, 比较 9 个不同施肥配方对 2 年生元宝槭植株大小、分枝格局、叶特性和生物量的影响。研究表明: 不同施肥处理导致的营养差异对元宝槭的构型造成显著影响, 进而对元宝槭的生长与生物量积累、分配产生不同的影响, 应根据经营目的选择适当的施肥方案。N₀P₂₅₀K₇₅ 是培育园林绿化树的最好施肥配方, 其地径、株高和冠幅分别为 21.85 cm、11.26 m 和 01.59 m², 分别比对照增加 341.26%、511.66% 和 1401.23%。N₀P₁₂₅K_{37.5} 是营建叶用林的最佳施肥配方, 其总生物量、根、茎、叶的生物量干质量分别为 438 g、192 g、159 g、88 g, 分别比对照高出 831.42%、601.10%、981.13%、1131.44%; 根/冠生物量为 01.81 比对照减少 18.30%。

关键词: 元宝槭; 施肥; 生长; 分枝格局; 叶特征

中图分类号: S7231.7 文献标识码: A

Studies on Fertilization of Young *Acer truncatum* Bunge

N₀P₁₂₅K_{37.5} Effect of Various Nutrition Supply Conditions on Growth and Morphology of *Acer truncatum* Bunge

SU Jianrong, DENG Jiang, LUO Xiang, YANG Wenyun

(Research Institute of Resource Insects, CAF, Kunming 650224, Yunnan, China)

Abstract: Trails on the effects of various nutrition supply conditions on *Acer truncatum* were conducted. The size of plant, branching pattern and biomass of 2 years old *A. truncatum* under 9 different treatments were measured and analyzed. The result showed that the different nutrition supply conditions significantly affected the architecture of *A. truncatum*. This led to significant different on growth, biomass and distribution of *A. truncatum*. Fertilization treatments should be selected by cultivation aims. The treatment N₀P₂₅₀K₇₅ was the best for horticulture tree cultivation with basal diameter of 21.85 cm, height of 11.26 m, crown of 0.59 m², which were respectively 341.26%, 511.66% and 1401.23% higher than that of non-fertilizing treatment. The treatment N₀P₁₂₅K_{37.5} was the best for foliage usage forest cultivation with total biomass dry weight of 438 g, root biomass dry weight of 192 g, stem and branch biomass dry weight of 159 g, leaf biomass dry weight of 88 g, which were respectively 831.42%, 601.10%, 981.13% and 1131.44% higher than that of non-fertilizing treatment. Its root/shoot biomass dry weight was 0.81, which was 18.30% less than that of non-fertilizing treatment.

Key words: *Acer truncatum*; fertilization; branching pattern; leaf characters; biomass

收稿日期: 20040230

基金项目: 云南省科学技术厅/十五科技攻关项目/槭树资源培育及药用原料加工技术与开发(2000A4) 01)的部分内容

作者简介: 苏建荣(1970), 男, 云南永胜人, 副研究员, 在读博士生。

* 本研究得到 Mohammed Kamaluddin 博士、孟广涛博士和曹孟利工程师的大力帮助, 在此一并致谢!

元宝槭(*Acer truncatum* Bunge)为槭树科(*Aceraceae*)落叶乔木,主要分布在河北、山西、山东、河南、陕西、辽宁、江苏等地,垂直分布在海拔 300~2 000 m 之间^[1]。元宝槭系优良的多用途树种,可作油料、鞣料、药物、蛋白资源、化工原料、园林绿化及水土保持树种等,具有很高的开发利用价值。近年,元宝槭被广泛种植于山西、江西、河南、山东、安徽、云南、四川、重庆等省(市)^[2]。

施肥是调节土壤养分条件,促进林木生长,提高林产品产量与质量的重要栽培技术措施。但是,在生产上元宝槭的施肥技术仍处于较低水平,施肥种类、施肥量均未达到按需施肥和合理施肥的要求^[2]。另一方面,对元宝槭的施肥尚缺乏全面、系统的研究,有关的研究报道亦鲜见。本文通过不同施肥处理,探讨不同营养条件对元宝槭植株大小、分枝格局、叶特征、生物量的影响,为元宝槭人工林的抚育管理,尤其是养分管理提供科学依据,为元宝槭高产

原料林的发展奠定基础。

1 材料及方法

1.1 试验点概况

本研究在中国林业科学研究院资源昆虫研究所滇中高原试验站进行。试验站地理位置 102°11'E, 25°09'N, 海拔 1 826 m。具典型的高原季风气候特征,年平均气温 16.12 °C,最热月平均气温 21.17 °C,最冷月平均气温 8.13 °C, > 10 °C 的活动积温 5 214.0 °C,年平均降水量 930.15 mm,年相对湿度 74%,年日照时数 2 198 h。

1.2 试验材料及试验设计

2002 年 7 月,选用生长健壮,株高与地径相同的元宝槭实生百日苗在泥盆中定植。泥盆规格直径 35 cm,高 30 cm,每盆定植 1 株,每处理 8 株。试验用土为红壤,pH 值 4.77,养分含量如表 1。

表 1 供试土壤养分含量

有机质	全 N	全 P	全 K	速 N	速 P	速 K	速 Zn	速 B
(g/kg)	(g/kg)	(g/kg)	(g/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)
61.10	0.40	0.40	7.100	32.26	2.00	36.100	1.100	0.114

肥料选用尿素($\text{NO}(\text{NH}_2)_2$)、过磷酸钙($\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$)和氯化钾(KCl),其中 N、 P_2O_5 、 K_2O 的含量分别为 46%、14% 和 60%。试验设 3 因素 3 水平(表 2)正交设计,共 9 处理(表 3),每处理 8 个重复。施肥时全部 P、K 肥作基肥,与盆土混匀。N 肥分别于定植 1 个月和 6 个月后分二次施用。试验中,加强试验地管护,保证水分供给,及时拔除杂草,防止人、畜

干扰,避免野兔、老鼠啃食以及病、虫的危害。

表 2 试验水平与施肥量

施肥水平	因子和施肥量		
	NP(g/盆)	P_2O_5 (g/盆)	K_2O (g/盆)
1	0	0	0
2	50	125	37.5
3	100	250	75.0

表 3 试验处理

处理号	1	2	3	4	5	6	7	8	9
配方	$\text{N}_0\text{P}_0\text{K}_0$	$\text{N}_0\text{P}_{125}\text{K}_{37.5}$	$\text{N}_0\text{P}_{250}\text{K}_{75}$	$\text{N}_{50}\text{P}_0\text{K}_{37.5}$	$\text{N}_{50}\text{P}_{125}\text{K}_{75}$	$\text{N}_{50}\text{P}_{250}\text{K}_0$	$\text{N}_{100}\text{P}_0\text{K}_{75}$	$\text{N}_{100}\text{P}_{125}\text{K}_0$	$\text{N}_{100}\text{P}_{250}\text{K}_{75}$

注:右下标表示施肥的有效质量,单位为(g/盆)。

1.3 测量方法

定植后 2 a,测定各试验株下述各项指标:

用游标卡尺测定地径;用卷尺测定株高和冠幅的长、宽。因元宝槭树冠多呈卵形和阔圆形^[1],故按椭圆面积计算冠幅。

枝序按 Strahler 法^[3]确定,即由外及内,外第 1 层的第 1 小枝为第 1 级枝,两个第 1 级枝相遇即为第 2 级枝,以此类推。记录每级枝条数量和长度。根据各级枝数,利用 Whitney^[4]提出并经 Steingraeber

和 Waller^[5]修改的总体分枝率公式计算总体分枝率(R_b):

$$R_b = (N_T - N_s)P(N_T - N_1)$$

式中 N_T 为所有枝级中枝条的总数, N_1 为最高枝级的枝条数, N_s 为第一级的枝条总数。

记录各级枝上着生的叶片数。随机抽取观测株的叶片($N=100$)用美国产 CI-203 叶面积仪测定叶片面积。植株的叶数与叶片平均面积之积为植株叶面积。

将观测株全株挖取, 测定根、茎枝和叶生物量的鲜质量, 然后将其放入烘箱中, 在 70 °C 下烘干至恒质量后称质量测定生物量。

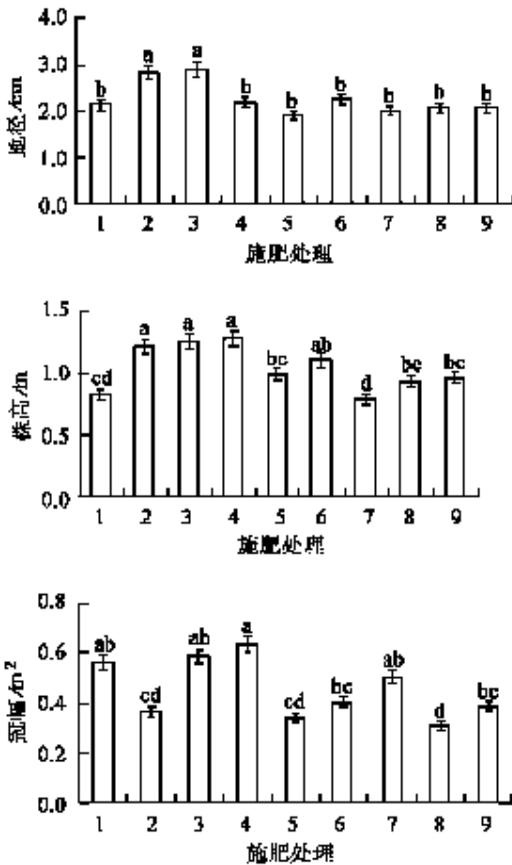
1.1.4 数据处理

将施肥处理作为独立因素, 用一维方差分析揭示不同营养供给对元宝槭植株大小、枝条特征、叶特征和生物量的影响。对处理间作用显著者, 用 Duncan 法进行多重比较, 字母法标记^[6]。所有数据处理和统计计算均采用 SPSS 和 Excel 完成。

2 结果

2.1.1 施肥对植株生长的影响

以地径、株高和冠幅为指标分析元宝槭植株个体的大小。一维方差分析表明, 施肥处理对元宝槭的地径、株高和冠幅生长的影响显著 ($P < 0.05$)。施肥对各项指标影响的多重比较结果如图 1。



注: 通过一维方差分析, 具有不同字母的处理差异性显著 ($P < 0.05$)。误差棒代表平均值的标准误差 (图 2~图 5 均同)。

图 1 不同处理下元宝槭的地径、株高及冠幅

2.1.1.1 对地径的影响 从图 1 可看出, 2 号和 3 号处理对元宝槭地径生长的影响效果呈显著水平, 其

它处理对元宝槭地径生长的影响并不明显。

在 2 号、3 号施肥处理下, 元宝槭的平均地径达 2191 cm 和 2185 cm, 分别比 1 号处理 (对照) 的平均地径增加了 371.03% 和 341.26%, 对地径的生长起到了显著的促进作用, 且以 2 号处理的效果最佳。

2.1.1.2 对株高的影响 对元宝槭株高生长起到显著促进作用的处理有 2 号、3 号、4 号、6 号, 其它处理对高生长的影响不显著。

在 2 号、3 号、4 号、6 号施肥处理下, 元宝槭的平均株高为 1121 m、1126 m、1128 m 和 1111 m, 分别比对照的平均株高增加了 461.23%, 511.66%, 541.52% 和 331.43%。按影响大小的排列顺序为: 4 号 > 3 号 > 2 号 > 6 号。

2.1.1.3 对冠幅的影响 与对照相比, 2 号、5 号、8 号处理对冠幅生长影响显著, 明显抑制了元宝槭冠幅的生长, 其它处理的作用并不显著。

2 号、5 号、8 号处理的平均冠幅分别为 0.136 m²、0.134 m² 和 0.131 m², 分别比对照减小了 351.27%、381.62% 和 441.42%, 按影响的强弱排序为: 8 号 > 5 号 > 2 号。

2.1.2 施肥对枝条特征的影响

植物的分枝决定了植株的树冠结构, 从而影响植物对空间和光资源的利用^[7], 进而影响植物的生物量及其分布。枝条长度、分枝率、枝条总数等是决定植物分枝格局的主要参数^[8], 用这三个指标分析施肥对元宝槭分枝格局的影响。

一维方差分析表明, 施肥对元宝槭的总枝数、总枝长和分枝率的影响达显著水平。不同处理间的多重比较结果如图 2。

2.1.2.1 对总枝数的影响 2 号、3 号、4 号和 6 号处理对元宝槭的总枝数的影响显著, 其它处理的差异并不明显。

在 2 号、3 号、4 号和 6 号处理下, 元宝槭的总枝数为 460 条、610 条、500 条和 550 条, 分别比对照的总枝条数增加 361.40%、781.68%、471.79% 和 611.03%, 按影响大小的排列顺序为: 3 号 > 6 号 > 4 号 > 2 号。

2.1.2.2 对总枝长的影响 除 3 号处理外, 其它处理对元宝槭总枝长的影响均达显著水平, 其中 8 号处理的效果又比其它处理的影响更大。

在 2 号、4 号、5 号、6 号、7 号、8 号和 9 号处理下, 元宝槭的总枝长分别为 10 m、714 m、713 m、712 m、818 m、1213 m 和 810 m, 分别比对照高出 501.21%、231.89%、231.48%、211.63%、371.70%、

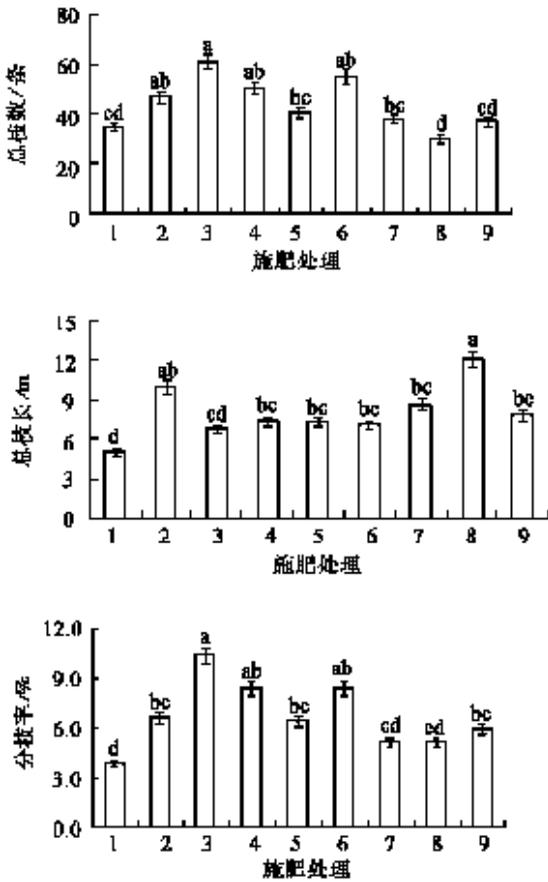


图2 不同处理下元宝槭的分枝格局

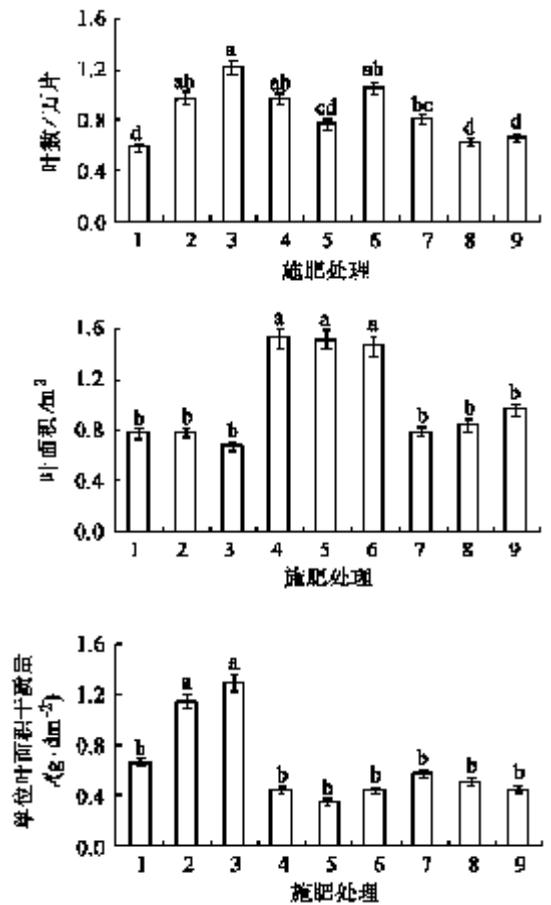


图3 不同处理下元宝槭的叶特征

73113%和30100%。按影响大小的排顺为:8号>2号>7号>9号>4号>5号>6号。

21213 对分枝率的影响 除7号与8号处理外,其它处理对元宝槭分枝率的影响均达显著水平,其中3号的效果比其它处理的效果更明显。

在2号、3号、4号、5号、6号和9号处理下元宝槭的分枝率分别是6167%、10145%、8149%、6152%、8153%、6109,分别比对照高出70112%、166165%、116168%、66136%、117167%、55133%。按影响的大小排序为:3号>6号>4号>2号>5号>9号。

213 施肥对叶特征的影响

叶数、叶面积和单位叶面积是研究植物叶特征的常用指标^[8]。本文用来分析施肥对元宝槭叶特征的影响。一维方差分析表明,在不同的施肥处理下,元宝槭的叶数、叶面积和单位叶面积的影响显著。不同处理间的多重比较结果如图3。

21311 对叶数的影响 所有施肥处理都增加了元宝槭的叶数,但只有2号、3号、4号、6号和7号处理达到显著水平,其它处理的作用并不显著。

在2号、3号、4号、6号和7号施肥处理下,元宝

槭的叶数分别为9625片、12120片、9606片、10444片和8070片,分别比对照的增加了65195%、108197%、65163%、80106%和39114%,作用大小的排序为:3号>6号>2号>4号>7号。

21312 对叶面积的影响 4号、5号和6号施肥处理显著地增加了元宝槭的叶面积,其它处理的效果并不明显。

在4号、5号和6号施肥处理下,元宝槭叶面积分别是1154 m²、1153 m²和1148 m²,按影响大小的排序为:4号>5号>6号。

21313 对单位叶面积干质量的影响 对元宝槭单位叶面积干质量影响达到显著水平的施肥处理有2号和3号,其余处理均呈负影响,但未达显著水平。

在2号和3号施肥处理下,元宝槭的单位叶面积干质量分别是1116 g#dm⁻¹和1130 g#dm⁻¹,分别比对照高出93166%和72139%,3号处理的效果比2号处理的效果要好一些。

214 施肥对生物量及其分配的影响

一维方差分析表明,施肥对元宝槭根生物量、茎生物量、叶生物量和总生物量的影响达到显著水平

($P < 0.05$), 不同处理间的多重比较如图4。

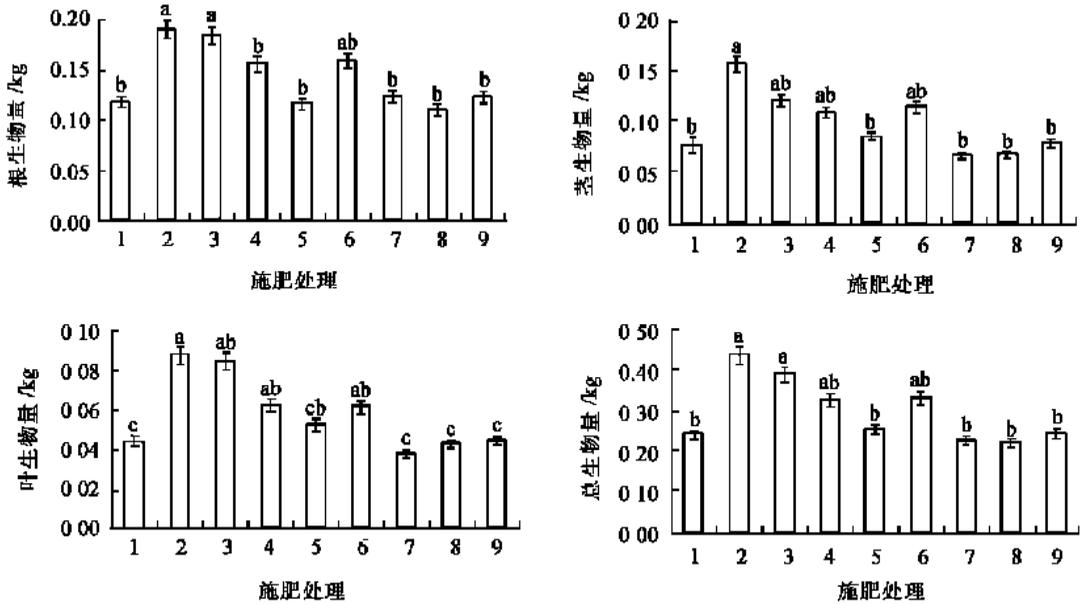


图4 不同处理下元宝槭的生物量

21411 对根生物量的影响 2号和3号施肥处理对增加元宝槭根生物量的影响显著, 其余处理的影响效果并不明显。

在2号和3号施肥处理下, 元宝槭根的生物量为192 g和186 g, 分别比对照增加了60110%和55110%, 可见2号处理的效果比3号处理的效果好。

21412 对茎生物量的影响 在所有施肥处理中, 仅有2号处理对元宝槭茎生物量的影响达到显著水平, 明显地增加了茎的生物量。

2号施肥处理下, 元宝槭的茎生物量为159 g, 比对照的茎生物量高出98113%。其它处理中, 3号、6号、4号施肥处理对茎生物量的增幅相对较大, 但均未达到显著水平。

21413 对叶生物量的影响 2号、3号、4号、6号施肥处理显著地增加了元宝槭叶生物量, 其余处理的影响效果并不显著。

在2号、3号、4号、6号施肥处理下, 元宝槭叶的生物量为88 g、85 g、63 g和62 g, 分别比对照高出96193%、90178%、41134%和39139%, 增加效果的强弱排序为: 2号> 3号> 4号> 6号。

21414 对总生物量的影响 2号、3号施肥处理对元宝槭总生物量的影响达到显著水平, 显著地增加了总生物量, 其余处理的效果均不显著。

在2号、3号施肥处理下, 元宝槭总生物量为438 g和393 g, 分别比对照高出83142%和64149%,

可见2号处理的效果要比3号处理的效果好。

21415 对根/冠生物量的影响 用根/冠生物量分析施肥对元宝槭生物量分配的影响。一维方差分析表明, 施肥对元宝槭根/冠生物量的影响达到显著水平 ($P < 0.05$)。不同处理间的多重比较结果如图5。

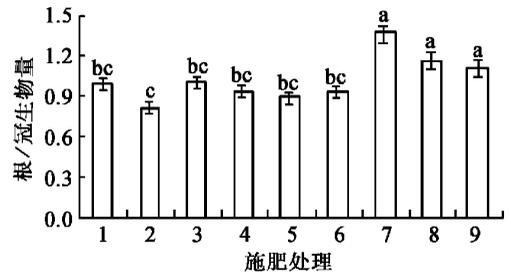


图5 不同处理下元宝槭的根/冠生物量

7号、8号和9号的施肥处理对元宝槭根/冠生物量的影响达到显著水平, 其它处理的影响不显著。在7号、8号和9号的施肥处理下, 元宝槭的根/冠生物量比分别为1136、1115和1110, 分别是对照的1138、1116和1111倍。

3 结论与讨论

(1) 不同施肥处理对元宝槭的分枝格局、叶特征的影响不同, 从而影响了植株的生长、生物量积累及其分配。施肥时, 应特别注意根据叶用、果用、园林绿化等不同的经营目的采用合适的肥料种类及用量组合, 以免造成不必要的浪费, 达到合理施肥的目的。

(2)与不施肥处理相比, 2号处理即 $N_0P_{125}K_{375}$ 下元宝槭的其总生物量和根、茎、叶的生物量显著增加; 3号处理 $N_0P_{250}K_{75}$ 显著地促进了地径和高的生长。叶用林的培育宜选用 2号处理进行施肥; 绿化大苗的培育以 3号施肥处理为宜。

(3)植物的生长与形态在自身遗传因素的控制下, 受光、温、水和土壤等因子的影响较大。不同光照、气温、水分条件对植物构型的研究^[5, 7, 8] 得到广泛的关注, 但有关不同营养条件下林木构型的研究却鲜见报道。本研究表明, 不同营养条件也影响着元宝槭的构型, 高 P 对总分枝数和总分枝率的影响较大, 高 N 和 K 量对枝长的影响较大。这可能是 N、P、K 元素的生理功能所致。研究营养元素对植物形态的影响具有重要的意义, 它可为经济林抚育管理、修剪整形提供科学依据, 为研究科学、合理的施肥与整形配套技术奠定基础。

参考文献:

- [1] 中国树木志编委会 1 中国主要树种造林技术[M] 1 北京: 中国林业出版社, 1981: 761~ 765
- [2] 王性炎. 中国元宝枫[M]. 成都: 四川民族出版社, 2003: 18~ 23; 160~ 165
- [3] McMahon T A, Kronauer R E. Tree structures: deducing the principle of mechanical design[J]. *Journal of Theoretical Biology*, 1976, 59: 443~ 466
- [4] Whitney G G. The bifurcation ratio as an indicator of adaptive strategy in woody plants species[J]. *Bulletin of Torrey Botanical Club*, 1976, 103: 67~ 72
- [5] Steingraeber D A, Waller D M. Nonstationary of tree branching pattern and bifurcation ratios[J]. *Proceedings of the Royal Society of London*, 1986, 228: 187~ 194
- [6] 卢纹岱. SPSS for Windows 统计分析[M]. 北京: 电子工业出版社, 2002: 146~ 205
- [7] 孙书存, 陈灵芝. 不同生境中辽东栎的构型差异[J]. *生态学报*, 1999, 19: 359~ 364
- [8] 肖春旺, 周广胜, 马风云, 等. 施水量变化对毛乌素沙地优势植物形态与生长的影响[J]. *植物生态学报*, 2002, 26(1): 69~ 76