

文章编号:1001-1498(2005)02-0120-05

泡桐生长季节中叶片养分吸收变化规律的研究*

王保平¹, 李素艳², 孙向阳², 胡昊²

(1. 国家林业局泡桐研究开发中心,河南 郑州 450003;2. 北京林业大学水保学院,北京 100083)

摘要:研究了河南省商丘市2年生泡桐一个生长季节的养分变化情况及不同冠层养分状况。结果表明:在自然状况下,从出叶到落叶的整个生长过程中:N元素的浓度是呈锯齿状下降趋势,最高值出现在5月末,为 $42.0\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$,最低值出现在11月中旬,为 $21.5\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$;P元素浓度是在生长季开始时较高,最高为 $2.5\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$,到6月份以后基本趋于平稳,到10月份,又呈现下降趋势直到落叶,最低为 $1.2\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$;K元素浓度在生长季开始时较高,最高为 $14\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$,到6月份以后基本趋于平稳,直到9月底。10月份呈现下降趋势,从11月开始又基本稳定直到落叶,最低值为 $6.6\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$;整株树的养分积累状况中,N、P、K三种元素呈现出相似的变化规律,在开始略有下降,随后是一直增长,到7月份达到最高,N、P、K最高积累量分别为 $7.26\text{ g}\cdot\text{株}^{-1}$ 、 $0.37\text{ g}\cdot\text{株}^{-1}$ 、 $2.3\text{ g}\cdot\text{株}^{-1}$,之后开始下降,到9月份降到最低,N、P、K最低积累量分别为 $3.2\text{ g}\cdot\text{株}^{-1}$ 、 $0.16\text{ g}\cdot\text{株}^{-1}$ 、 $0.96\text{ g}\cdot\text{株}^{-1}$,随后又开始缓慢增长,直至落叶;单叶片的营养元素的积累量是持续增长的;不同冠层的N、P、K浓度差异不显著。

关键词:泡桐;冠层;叶片;养分变化

中图分类号:S792.43

文献标识码:A

The Nutrients Changes of Paulownia's Leaves in the Growing Season

WANG Baoping¹, LI Suyan², SUN Xiangyang², HU Hao²

(1. Research and Development Centre of Paulownia of State Forestry Administration, Zhengzhou 450003, Henan, China;

2. Beijing Forestry University, Beijing 100083, China)

Abstract: The Nutrients changes and the nutrient levels in different canopy layers of 2-year-old *Paulownia fortunei* Yulinensis in a growing season were studied under the natural condition. The results showed that: N concentration decreased as a saw shape in the whole growing season. The highest was $42.0\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$; the lowest was $21.5\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$. P concentration decreased in the beginning and extended to be steady from June to October, then, kept the descending trend again. The highest was $2.5\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$; the lowest was $1.2\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$. K concentration decreased in the beginning and extended to be steady from June to October, then, kept the descending trend till November, and extended to be steady again. The highest was $14\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$; the lowest was $6.6\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$. The nutrient content of a whole tree showed descending trend in the beginning and turned to increasing trend till July and decreased till September and increased slowly till the end of the growing season. The highest contents of N, P, and K were $7.26\text{ g}\cdot\text{tree}^{-1}$, $0.37\text{ g}\cdot\text{tree}^{-1}$, and $2.3\text{ g}\cdot\text{tree}^{-1}$ which appeared in the end of July; and the lowest was $3.2\text{ g}\cdot\text{tree}^{-1}$, $0.16\text{ g}\cdot\text{tree}^{-1}$, and $0.96\text{ g}\cdot\text{tree}^{-1}$ which appeared in September. The nutrient content (N, P and K) per leaf kept increasing in the whole season. There was no difference for nutrient element content in different canopy layers.

Key words: paulownia; nutrient changes; canopy layers; leaf

收稿日期:2003-08-26

基金项目:“十五”国家科技攻关子课题(2002BA515B0304)资助

作者简介:王保平,(1965—),男,博士生,副研究员.主要研究方向:森林培育

*本文在数据采集及分析中得到文瑞钧、周海江、乔杰等同志的大力相助,在此表示感谢.

营养元素的吸收与循环,是维持植物有机体物质生产的基本功能过程。在生态系统的物质循环中,营养元素的循环既是生命活动的主要物质基础,同时又是影响能量在系统中运动和分配的重要因素。它对系统的稳定性、连续性以及生物生产力产生着巨大的影响。泡桐(*Paulownia* spp.)是农桐复合系统的主要组成成分,在我国黄淮海平原地区具有广泛的代表性^[1,2]。研究其一个生长季节的养分变化规律,对制定泡桐合理经营管理方案、充分挖掘其生产潜力、创造高产高效稳定持续的生态系统具有重要意义。叶片是植物各种功能的中心,它对直接影响光合的矿质元素来说是相当灵敏的指示器,从林木对养分吸收的多少来说,叶片对养分的吸收最大^[3,4],对泡桐营养规律的研究已有许多报道^[5-10],但多停留在生物量的积累及营养元素的积累上,本文主要是通过连续测定泡桐叶片的各种营养元素的浓度、叶片面积及叶片数量的变化来探究泡桐的养分吸收规律,从而了解泡桐的生长习性,为更好地经营、管护泡桐林或农桐复合林提供理论依据。泡桐吸收最大的营养元素是N、P、K^[4],本次试验主要是通过对N、P、K的测定及分析来揭示泡桐的养分变化规律。

1 试验地概况

试验地位于河南省商丘市梁园区国有林场,34°33'18"~34°34'28"N,115°34'44"~115°40'53"E,属暖温带大陆性季风气候,春季干旱多风,夏季炎热多雨,年平均气温14.1℃,极端最高、最低气温分别为43.6℃、-13.9℃,年平均降水量和蒸发量分别为711.9 mm、1756 mm,无霜期213 d。

土壤由黄河泛滥泥沙沉积形成,属粉沙土,以中孔隙为主,土壤密度1.40~1.51 g·cm⁻³,保水保肥性能差,地下水位1.5~3.0 m;pH值8.2~9.2,有机质、全N、有效P含量分别低于1.30 g·kg⁻¹、1.25 g·kg⁻¹、3.40 mg·kg⁻¹。

试验林采用豫林一号泡桐(*Paulownia fortunei* Yulinensis 1 Wang)2年生苗,1997年春营造,栽植株行距5 m×6 m。在试验期内不施加肥料。

2 研究内容和方法

(1)选择标准木。以随机抽样的方式在护林房南泡桐地随机抽取3株树作为标准木,从泡桐出叶第15天开始对标准木的整个生长期做跟踪实验测

定直到叶落。

(2)取样时间。实验时间是从1998年5月2日出叶开始,一直到本年11月12日落叶为止。每隔5 d测定一次。测定内容包括泡桐叶片的面积、叶片数及N、P、K含量。另外还按不同冠层测定了N、P、K含量来确定不同冠层间的养分差异性是否显著。

(3)叶片面积的测定。在每一株标准木上随机选取3片叶子测其长和宽,根据公式:叶面积=长×宽×0.8计算。

(4)营养元素的测定。N采用凯氏定N仪测定;P采用紫外分光比色法测定;K及微量元素采用原子吸收分光光度计测定。

3 结果和分析

3.1 营养元素的变化规律

3.1.1 N的变化规律 N在泡桐一个生长季中呈现锯齿型下降趋势(如图1),从图1中可以看出,在春季泡桐开始出叶时,叶片中N的浓度是相对较高的,最高为42.0 g·kg⁻¹,随着叶片的生长变大,N的浓度也逐渐降低。在6月21日、7月21日、8月20日附近,N的浓度均有所回升,一般来说,在N浓度回升这个时间段,都有新叶片长出,说明了新叶片的长出促进了叶片对N的吸收。从8月20日—10月28日这一阶段,N的浓度是持续下降的,并没有明显的回升。10月28日以后N的浓度急剧下降直至落叶。最低值为21.5 g·kg⁻¹。

由于在生长过程中,有落叶和出叶的变化,所以仅从N的浓度难以看出整株树木的吸收量。为此进一步研究整株树木的叶片中N的积累状况(见图2)。

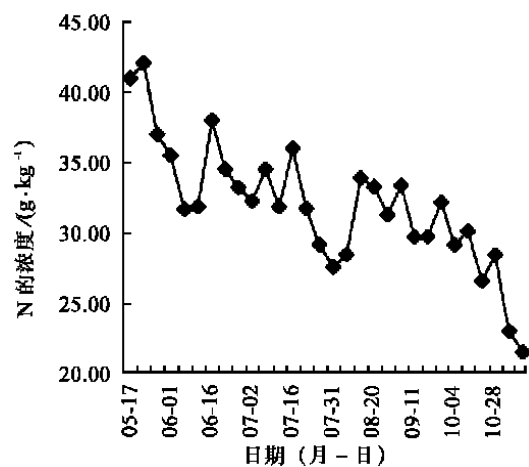


图1 泡桐生长季节中N的浓度变化

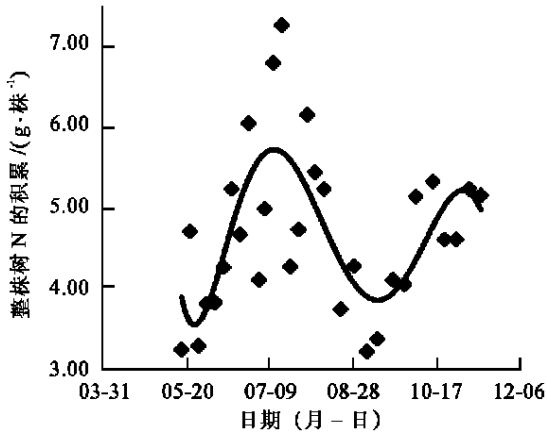


图2 泡桐生长季节中整株树 N 的积累量

从图2中可以看出,在整个生长季中,整株树 N 的积累量在5—7月份是快速增长的,到7月份达到最高积累量为 $7.26 \text{ g} \cdot \text{株}^{-1}$,之后开始下降,到9月份降到最低为 $3.2 \text{ g} \cdot \text{株}^{-1}$,随后又开始缓慢增长,直到落叶。在这个过程中,伴随着出叶、落叶的变化,养分含量也因此发生一些变化。从图中也可以看出,虽然9月份以后没有新叶长出,叶片面积也没有明显增长,但叶片却没有停止对 N 的吸收,所以 N 的积累量还是在持续上升的。

因为整株树木的养分积累受落叶的影响,所以为了更好地了解 N 元素的吸收变化情况,可以从单叶片的 N 元素的吸收变化情况来看(见图3)。

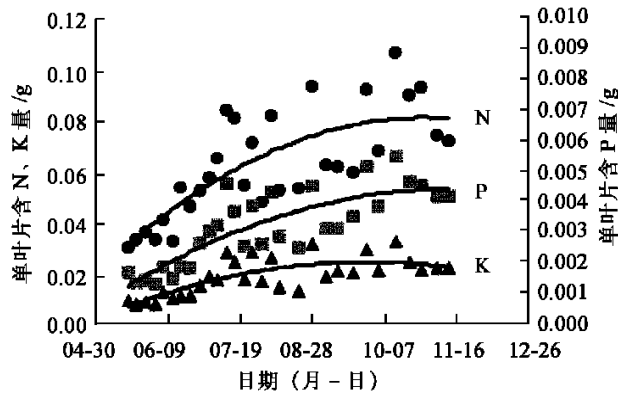


图3 单叶片 N、P、K 的积累量

从图3可以看出,在泡桐整个生长季中,单叶片中 N 元素的积累量是逐渐上升的。在5—7月份,上升的速度较快,到8月份以后,上升的速度较平缓。这也说明了在5—7月份植株对 N 元素吸收较快。

3.1.2 P元素的变化规律 泡桐叶片中 P 的浓度在生长季开始的5月份较高,最高为 $2.5 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。随着

叶片的增大,P 的浓度也急剧下降,到6月份以后基本趋于平稳,中间虽然也有波动,但总体来说还是在同一平台里波动,其平均值为 $1.6 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$,直到10月份,P 的浓度才又开始出现了较为明显的下降的趋势,最低值出现在落叶,为 $1.2 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ (见图4)。

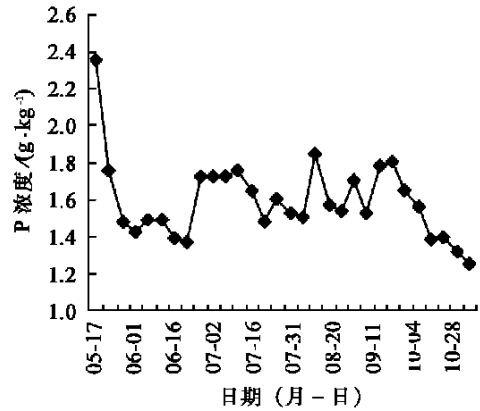


图4 泡桐生长季节中 P 的浓度变化

整株树木的 P 积累量(见图5)在开始时略有下降,随后随着叶片的生长增大快速上升,到7月份积累量达最高值为 $0.37 \text{ g} \cdot \text{株}^{-1}$,随后逐渐下降到9月份出现最低值为 $0.16 \text{ g} \cdot \text{株}^{-1}$,之后又一直上升直至落叶。

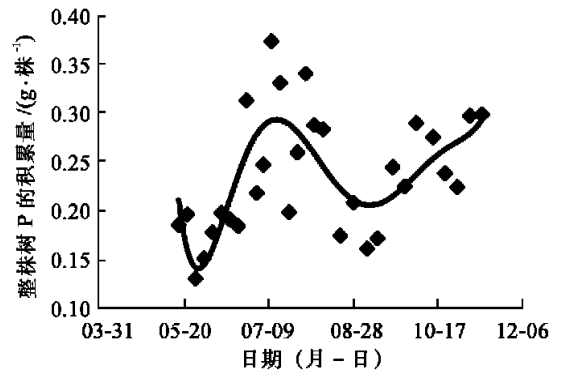


图5 泡桐生长季节中整株树 P 的积累量

从图3可以看出,在泡桐整个生长季中,单叶片中 P 的积累量是逐渐上升的。在5—7月份,上升的速度较快,到8月份以后,上升的速度较缓。

3.1.3 K的变化规律 泡桐叶片中 K 的浓度在生长季节开始的5月份最高为 $14.0 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。随后,K 的浓度也急剧下降,到6月份以后基本趋于平缓,直到10月份,这一阶段的平均值为 $12.6 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$,10月份以后 K 的浓度又出现了一次较为明显的下降的趋势,最低值为 $6.6 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$,到10月底则不再下降而是保持在相对较低的水平上直到落叶(如图6)。

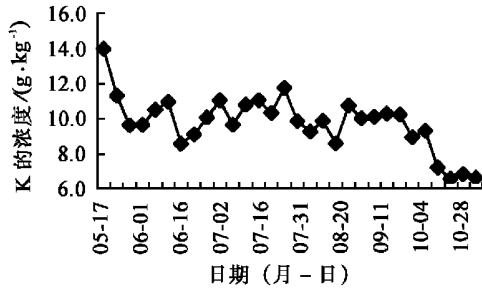


图 6 泡桐生长季节中 K 的浓度变化

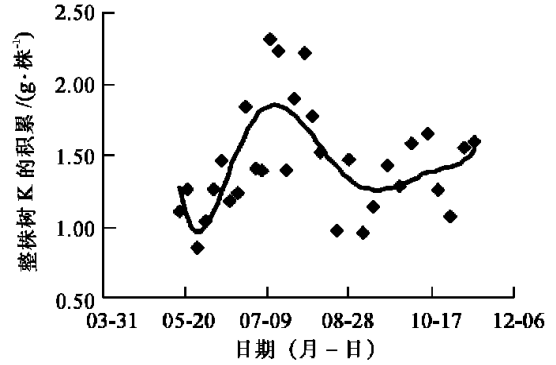


图 7 泡桐生长季节中整株树 K 的积累量

整株树木的 K 元素积累量(见图 7)在开始时略有下降,从 5 月下旬开始快速上升,到 7 月份积累量达最高值为 $2.3 \text{ g} \cdot \text{株}^{-1}$,随后逐渐下降到 9 月份出现最低值为 $0.96 \text{ g} \cdot \text{株}^{-1}$,之后又一直上升直至落叶。但其上升趋势较 P 元素平缓。

从单叶片 K 的积累量来看(图 3),在泡桐整个生长季节中,单叶片中 K 的积累量在 5—7 月份上升的速度较快,到 8 月份以后,基本趋于平缓。

3.2 泡桐不同冠层的营养元素的比较

为了探索泡桐同一株树不同冠层营养元素的吸收状况,分别对 6 株泡桐进行了 N、P、K 不同冠层的养分测定。每一株树分上、下两个冠层,把上、下两个冠层配成对,采用配对设计方法进行统计分析,测定结果见表 1。

表 1 不同冠层的营养元素的测定结果

项目	N						P						K					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
上层	33.3	35.9	34.3	29.4	36.0	28.6	1.46	1.80	2.31	1.44	1.75	1.42	7.11	7.39	10.01	9.18	8.41	5.92
下层	39.5	31.6	32.2	35.9	30.5	30.0	1.35	1.36	1.49	1.63	1.46	1.32	9.05	7.27	8.04	7.53	8.52	5.67

根据上下冠层的测定结果算出它们的差值 d ,以差值 d 做为统计分析数据进行统计分析,结果见表 2。

表 2 不同营养元素的统计分析结果

营养元素	平均值 d	S_d	$S_d = \frac{S_d}{n}$	$t = \frac{ d }{S_d}$	$t_{0.05}(5) = 2.57$	差异显著性
N	- 0.037	0.52	0.21	0.18	$t < t$	不显著
P	0.26	0.35	0.14	1.86	$t < t$	不显著
K	0.32	1.4	0.57	0.56	$t < t$	不显著

从表 2 可以看出,N、P、K 三种元素的 t 值均小于 $t_{0.05}(5)$,所以得出,不同冠层间的 N、P、K 的含量无显著差别,即上下冠层的 N、P、K 三元素的含量是一致的。叶片中的营养元素不会因为其所处冠层不一致而有区别。

4 小结

(1) 在一个生长季节中,N 的浓度变化是呈现锯齿状下降的。P 和 K 总体上来说也是呈现下降趋势的,但在 6—10 月份是相对稳定的。而 K 在生长季末并没有继续降低而是保持相对稳定。

(2) 整株泡桐的叶片的元素含量的变化也是不同的。N、P、K 在整个生长季节中,其积累量在开始

均略有下降,随后是一直增长,到 7、8 月份达到最高积累量,之后开始下降,到 9 月份降到最低,随后又开始缓慢增长。N 元素在季末略有下降。

(3) 在生长过程中,叶片数量由于气候的原因波动较大,因此对整株树木养分的积累会造成一定的影响。大体上说,整株树的叶片中营养元素的总的含量在 7 月份达到高点。

(4) 单叶片的养分积累量是呈上升趋势的。在 5—7 月份上升的速度较快,8 月份以后较平缓。

(5) 不同冠层的养分吸收没有显著性差异。上、下冠层的养分浓度是一致的。

(6) 泡桐作为农林复合林,由于其发育特点,在 5—7 月份吸收土壤中的养分元素较快,到 7 月份达

到最高,在这一段时间施肥比较合适。

参考文献:

- [1] 蒋建平. 泡桐栽培学[M]. 北京: 中国林业出版社, 1990: 155 ~ 173, 263 ~ 283
- [2] 李莲枝. 泡桐栽培管理技术[J]. 山西林业, 2000, 145(3): 21 ~ 22
- [3] 杨修, 赵体顺, 张存义. 泡桐人工林养分吸收规律的研究[J]. 河南林业科技, 1994, 46(4): 23 ~ 26
- [4] 杨修, 吴刚, 黄冬梅, 等. 兰考泡桐生物量积累规律的定量研究[J]. 应用生态学报, 1999, 10(2): 143 ~ 146
- [5] 杨修, 吴刚. 泡桐人工林生态系统养分循环的研究[J]. 林业科学, 1993, 29(2): 158 ~ 164
- [6] 杨修, 黄冬梅. 泡桐营养元素吸收和循环规律研究[J]. 资源科学, 1999, 21(2): 62 ~ 70
- [7] 蒋建平. 泡桐的特色、优势和战略地位[J]. 河南林业科技, 1998, 18(1): 1 ~ 2
- [8] 孙跃军, 孙向阳, 王保平, 等. 泡桐叶片的水份特征研究[J]. 北京林业大学学报, 1999, 21(6): 28 ~ 34
- [9] 王保平, 李宗然, 文瑞钧, 等. 泡桐修枝促接干技术及其效应的研究[J]. 林业科学研究, 2003, 16(2): 180 ~ 188
- [10] 茹广欣, 袁金玲, 明 军, 等. 泡桐杂种花的形态变异分析[J]. 林业科学研究, 2005, 18(1): 41 ~ 46