

# 重庆黄连木叶片矿质元素含量周年变化动态

王 丹

(西南大学 园艺园林学院,重庆 400716)

**摘 要:**对南泉、北碚地区一年四季黄连木叶片的营养状况和矿质元素进行测定分析,研究野生黄连木不同时期矿质元素的变化规律。结果表明:成年黄连木矿质元素变化总趋势为 N、P、K 下降,Fe、Ca 上升,Mg、Zn 则是波动变化。根据盆栽施肥试验的研究以及与成年树变化规律差异分析,可以推断不同土壤条件、不同树龄、不同栽培管理都会影响黄连木叶片矿质元素的含量变化,可以通过合理施肥,来补充黄连木树体 N、P、K 元素含量,保证 N、P、K 元素的充足供应,促进新梢生长发育、提高花芽分化的质量。

**关键词:**黄连木;叶片;矿质元素

**中图分类号:**Q 945.11 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2012)10-0093-04

黄连木(*Pistacia chinensis* Bunge)为漆树科(Anacardiaceae)黄连木属(*Pistacia*)落叶乔木,别名楷木、楷树、黄楸树等<sup>[1]</sup>。地理分布广,具有抗旱、耐瘠薄、适应性强等特点,定植后 6 a 左右开花结实,10 a 左右进入盛果期,是一种很好的野生木本油料资源<sup>[2]</sup>。多年来黄连木是石灰岩山地重要造林和经济树种,作为重要的生物能源树种,种子含油量 42.46%,是以种子制取生物柴油的上佳材料<sup>[3]</sup>。因此,对黄连木的开发利用前景广阔。

黄连木在整个生命活动过程中,随着气候变化的节律,有规律地交替发生着萌芽(3月中旬至4月初)、开花(4月初至5月)、展叶(4~5月)、结果(9月)、落叶(10~11月)等物候现象<sup>[4]</sup>。现通过对一年四季叶片的营养状况、重要元素分析研究野生黄连木不同时期矿质元素含

量变化规律。以揭示黄连木不同时期的营养生理,为通过合理施肥促进黄连木开花、结果提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试树种分别为南泉镇野生树种、北碚区西南大学校内行道树以及西南大学实验网室盆栽树。南泉树种选自重庆巴南区南泉镇海拔 400~500 m 低山上的 10 株自然生长健壮的野生树种。该地区属于紫色土呈碱性,年均气温为 18.5℃,年均降水量 1 187 mm,降水多集中在 5~9 月,属高湿区。年日照少,冬、春季日照更少。北碚成年树选自西南大学校园行道树 1 株,该地区年平均气温 18.6℃,全年日照时数 1 006.2 h,无霜期达 359 d,年总降雨量为 1 173.6 mm。盆栽树则选取 3~5 a 生实生苗,共 12 株。土壤基本理化性质见表 1。

表 1 试验地土壤各元素含量

地区	有机质 /g·kg <sup>-1</sup>	全氮 /g·kg <sup>-1</sup>	全磷 /g·kg <sup>-1</sup>	全钾 /g·kg <sup>-1</sup>	碱解氮 /mg·kg <sup>-1</sup>	有效磷 /mg·kg <sup>-1</sup>	速效钾 /mg·kg <sup>-1</sup>	pH
南泉	17.113	1.553	2.804	12.857	126.66	18.512	106.154	7.6
北碚	21.610	1.223	3.862	16.698	138.33	18.867	128.654	7.9
盆栽	7.489	0.524	3.081	14.471	78.612	5.292	75.654	7.5

### 1.2 试验方法

2010 年 6 月至 2011 年 10 月连续 2 a,采集南泉、北碚成年树成熟叶片。2011 年 6、8 月分 2 次对盆栽黄连木施 5‰浓度的尿素和 2‰浓度的磷酸二氢钾,并定期采样。3 个材料采样时间均为 5 月 22 日、6 月 22 日、7 月 22 日、8 月 22 日、9 月 22 日、10 月 22 日。采集完毕后带

回实验室,用自来水将样品表面尘土迅速漂洗干净,再用蒸馏水冲洗,经 105℃杀青 15 min,65℃烘干至恒重,干燥样品用研钵研碎并制样。

### 1.3 项目测定

烘干的叶片经研磨成过筛后,取 0.5 g 左右干样经 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 消煮,氮用凯氏定氮法,磷用钒钼黄比色法,钾用火焰光度法测定,3 组为一重复,测量钙、镁、铁、锌时则取 2 g 左右通过干灰化,用原子吸收分光光度法测定<sup>[5]</sup>。

**作者简介:**王丹(1986-),男,重庆人,在读硕士,研究方向为园林植物遗传育种。E-mail:499249640@qq.com。

**收稿日期:**2012-02-17

## 2 结果与分析

### 2.1 成年树矿质元素变化规律

2.1.1 成年黄连木 N、P、K 元素变化 由表 2 可知,成年黄连木叶片 N、P、K 元素含量大致一样,均呈下降趋势。5 月 22 日 N、P、K 含量均处于一个较高含量,随着叶面积的不断扩大、枝条的伸长和花芽的分化,消耗了大量的 N、P、K 元素。进行多重比较差异分析可知,N、P、K 元素含量显著下降,N 和 P 差异极显著。南泉黄连木在 6 月 22 日至 8 月 22 日期间,黄连木 N、P、K 变化相对减缓,黄连木主要处于平稳生长时期。南泉 N、P 元素平稳分别在 19.6、1.41 g/kg,其中 N 元素 2010 年变化不显著,其它均显著。北碚黄连木则是 7 月 22 日 N、P 元素变化开始减缓,其中 2011 年 N 变化不显著,其它均显著。成年黄连木 K 元素从 4 月份开始,随着新梢生长、叶片数增多、花芽的分化,消耗大量的 K 素,直至 6 月份

才趋于平衡,其中南泉 2 a 的 K 元素含量变化不显著。6 月 22 日后养分回流造成叶片 K 含量有所显著上升,在 7 月 22 日前后出现峰值,其中 2011 年成年黄连木叶片 K 变化极显著。8 月 22 日之后黄连木处于果期,随着果实的成熟,消耗大量的 N、K 元素,黄连木的 N、K 元素含量显著降低,除 2011 年南泉 K 元素显著下降外,其它变化差异均极显著。P 元素随着生长中心的转移而转移,叶片 P 元素含量有所回升,北碚 2010 年呈显著上升外,其它变化呈极显著。9 月 22 日黄连木开始进入叶变色期,黄连木叶片停止生长,叶片开始变红。N、P 元素显著降低,其中 2011 年南泉 P 元素变化不显著,北碚 2011 年 N、P 元素变化不显著。黄连木 K 元素则变化不显著。N、P、K 都是易移动的元素,当黄连木处于花芽分化、新梢生长、结果等时期,老叶都会大量运送这些元素,提供给幼嫩部位,保证树体生长顺利进行。

表 2

黄连木大量元素含量

g/kg

材料	元素	年份	采样日期/月-日					
			5-22	6-22	7-22	8-22	9-22	10-22
南泉	N	2010	21.926aA	20.425bB	20.144cC	20.612bB	19.950dC	18.161eD
		2011	22.933aA	20.245bB	19.965bB	20.134bB	18.003cC	17.158dC
	P	2010	1.386aA	0.817cC	0.736eD	0.804cC	0.874bB	0.766dD
		2011	1.593aA	0.883bB	0.753cC	0.723dD	0.683eE	0.672eE
	K	2010	6.813abA	6.774bA	6.914aA	6.072cB	5.110eC	5.239dC
		2011	6.523bBC	6.563bB	6.842aA	6.380bcBCD	6.134dD	6.262cdCD
	Ca	2010	14.394cdCD	13.388eD	14.109deCD	14.963cBC	15.817bAB	16.845aA
		2011	15.748dC	15.990dC	16.813cB	18.091aA	17.526bAB	17.427bAB
	Mg	2010	2.345bB	2.078dC	2.191cBC	2.501aA	2.308bB	2.321bB
		2011	2.284cB	1.911eD	2.154dC	2.655abA	2.590bA	2.687aA
	N	2010	27.631aA	25.106bB	24.065dD	24.382cC	24.181dCD	23.811eE
		2011	25.914aA	24.838bB	23.512cdCD	23.832cC	22.790dD	23.195dD
北碚	P	2010	2.314aA	1.621bB	1.544cC	1.336eDE	1.363dD	1.321eE
		2011	1.682aA	1.484bB	1.443bcB	1.196cC	1.455bB	1.335cBC
	K	2010	7.453aA	7.432bAB	7.422bB	6.886cC	6.438dE	6.623cD
		2011	6.023aA	5.548cB	5.817bB	5.252dC	4.726eD	4.756eD
	Ca	2010	17.390eD	17.729eCD	18.320dC	19.669cB	20.274bB	21.393aA
		2011	17.271eC	17.575deC	18.284dC	20.645cB	22.235bA	23.033aA
	Mg	2010	2.251dC	2.085eD	2.155eCD	2.749aA	2.596cB	2.591bB
		2011	2.708aA	2.335eD	2.468dBC	2.638bA	2.414dCD	2.549cB

注:以上为 3 次重复平均值,小写字母代表显著,大写字母为极显著。下同。

2.1.2 成年黄连木 Ca、Mg 变化 由表 2 可知,黄连木 Ca 元素随时间变化总体呈上升趋势。2010 年 5 月 22 日,南泉黄连木叶片 Ca 元素显著下降,第 2 年 Ca 元素变化不显著,这可能与黄连木花芽分化,优先获取 Ca 元素有关。7 月 22 日之后显著增加。北碚 2 a 内黄连木叶片 Ca 元素从 5 月 22 日至 6 月 22 日变化不显著。7 月 22 日呈极显著增加,9 月 22 日之后增加幅度减缓。可能是因为树体中钙素主要是随蒸腾液流入树体各器官,钙在叶内不易移动,故叶片中 Ca 元素随叶龄的增加而增加,生长前期叶钙的含量最低,随生长季节温度不断上升,叶面积的不断增大,加速了钙素的吸收和运转,叶钙含量迅速增加。Mg 元素呈现波动变化。起初随着新梢

生长、花芽分化、叶片 Mg 元素呈下降趋势。7、8 月新梢生长减缓、花芽完成,叶片 Mg 元素含量缓慢回升。9、10 月份随着果期的到来,叶片中的 Mg 元素显著降低。

2.1.3 成年树微量元素变化规律 由表 3 可知,Fe 含量随时间变化差异达到显著水平,总体呈波浪式上升趋势。在花芽分化时期(4~6 月)Fe 含量较低,在黄连木抽枝长叶营养生长时期(6~9 月)Fe 元素含量升高,在果子发育生殖生长期(9、10 月)又降低,在盛花期叶片 Fe 含量下降,而在果实迅速膨大时 Fe 含量又下降,可能是因为花芽分化、果实发育、种子形成优先分配 Fe 元素,叶片中 Fe 元素才相对降低。但 Fe 元素属于不易移动元素,叶片当中 Fe 累计还是呈现增加趋势。Zn 元素随

时间变化保持一个水平上下波动,差异显著。5月22日至6月22日黄连木花芽分化期叶片中的Zn处于上升趋势,

6月22日之后抽枝长叶营养生长变化有所平缓或下降,9月份随着果实的发育叶片中的Zn含量又上升。

表 3

黄连木微量矿质元素含量

mg/kg

材料	元素	年份	采样日期/月-日					
			5-22	6-22	7-22	8-22	9-22	10-22
南泉	Fe	2010	133.066dC	124.926eC	134.814dC	163.731cB	173.541bB	188.991aA
		2011	110.371eD	116.189dD	128.948cC	147.056bB	147.674bAB	154.768aA
	Zn	2010	17.417dC	19.121cB	19.288bB	19.211bcB	20.177aA	20.104aA
		2011	17.457eE	20.321aA	19.929bB	18.589dD	18.981cC	18.742dCD
北碚	Fe	2010	118.965dC	110.068eC	134.602cB	179.044aA	168.986bA	172.280abA
		2011	113.167dC	114.337dC	130.167cBC	162.556aA	145.316bAB	143.929bAB
	Zn	2010	19.288cC	21.012bB	21.044bB	20.310cB	22.171aA	21.923aA
		2011	18.650dD	21.129bB	20.544cC	20.541cC	22.764aA	22.616aAB

表 4

南泉-北碚矿质元素配对 T 检验

年份	南泉与北碚配对检验元素						
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Zn
2010	-13.461**	-9.193**	-5.802**	-16.675**	-1.516	1.172	-13.180**
2011	-9.552**	-5.456**	7.550**	-3.935*	-1.210	-0.211	-3.837*

注:\*为显著,\*\*极显著。下同。

2.1.4 不同地方黄连木变化差异 根据表2的数据结果对南泉北碚2个地方Mg元素和Fe元素变化差异不显著。南泉N、P、Ca、Zn4种元素都显著低于北碚,其中N、P差异极显著。K元素则在第1年南泉极显著低于北碚,第2年则极显著高于北碚。这种差异可能是受2个地间的立地条件、环境土壤条件影响。

## 2.2 盆栽树矿质元素变化规律

2.2.1 矿质元素变化规律 通过多重比较分析结果(表5)可知,5月22日至6月22日盆栽黄连木处于展叶盛期。6月初施肥原因,N元素含量极显著增加,但P、K仍然

极显著降低,可能在此次施肥中P、K提供不足。6月22日至9月22日,盆栽黄连木处于一个稳定的成熟期。N元素变化不显著,P、K元素极显著上升,可能是由于8月份再次补充施肥,加上树体对P、K元素消耗量降低。9月份黄连木进入果期,N、P、K均增加,这可能是由于盆栽树未有参加果实生长活动,没有大量消耗矿质元素。Ca、Zn元素在整个生长周期中总体呈上升趋势,Ca元素变化尤其显著。Mg、Fe则呈现波动上升。在5月22日至6月22日盆栽树随新梢的生长、新叶的展开,Mg、Fe元素含量显著下降,6月22日之后进入生长成熟期则上升。

表 5

盆栽黄连木矿质元素含量

材料	元素	采样日期/月-日					
		5-22	6-22	7-22	8-22	9-22	10-22
盆栽	N/g·kg <sup>-1</sup>	26.127eD	27.628dC	28.288bB	28.190cB	28.616abAB	28.883aA
	P/g·kg <sup>-1</sup>	1.572cB	1.411dC	1.350eD	1.380deCD	1.656bA	1.694aA
	K/g·kg <sup>-1</sup>	6.272cBC	5.888dD	5.667eD	6.171cC	6.512bAB	6.701aA
	Ca/g·kg <sup>-1</sup>	13.180eD	14.607dC	15.594cC	17.894bB	18.892aAB	19.576aA
	Mg/g·kg <sup>-1</sup>	2.496dC	2.314eD	2.357eD	2.699cB	2.968bA	3.049aA
	Fe/mg·kg <sup>-1</sup>	78.691dD	76.701dD	99.511cC	114.446bBC	127.599aAB	134.976aA
	Zn/mg·kg <sup>-1</sup>	14.640dC	16.831bcBA	16.354cB	16.988bcAB	17.918aA	17.592abA

2.2.2 与成年树差异比较 由表6可知,盆栽树N、P、K、Mg元素均高于成年树,其中N表现为极显著,盆栽树P、Mg元素显著高于南泉的成年树,与北碚成年树的P、Mg差异不显著。盆栽树与成年树K元素差异则不

显著。盆栽树的Ca、Fe、Zn都低于成年树,其中Fe、Zn差异极显著,与南泉成年树的Mg极显著,与北碚差异不显著。这种差异可能是与树龄、生长环境、栽培管理不同有关。

表 6

盆栽树与成年树叶片矿质元素配对 T 检验

地区	盆栽树与成年配对检验元素						
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Zn
南泉	6.783**	4.077*	-0.987	-0.423	4.703**	-9.204**	-4.849**
北碚	4.532**	0.973	2.415	-14.921**	0.977	-5.126**	-18.015**

## 3 结论与讨论

该试验通过对黄连木叶片中7种矿质元素连续2a

的调查发现,其矿质元素动态变化呈一定的规律性。与已报道的鸭梨<sup>[6]</sup>、库尔勒香梨<sup>[7]</sup>、华山梨<sup>[8]</sup>、砀山酥梨<sup>[9]</sup>

叶片中矿质元素含量的年变化看,其总体趋势相同,N、P、K呈下降趋势,Fe、Ca呈上升趋势,Mg、Zn则是波动变化。但是黄连木与果树生长时期叶片矿质元素含量又是有差别的,N、P、K等矿质元素含量明显低于鸭梨、库尔勒香梨、砀山酥梨、黄金梨<sup>[10]</sup>等果树含量。黄连木盆栽试验叶片与成年树矿质元素含量的差异,可以推断管理栽培的不同、生育状况的不同及树龄的不同都会影响着黄连木对矿质元素的吸收。可以通过合理施肥,来补充黄连木树体N、P、K元素含量,保证N、P、K元素的充足供应,促进新梢生长发育、提高花芽分化的质量。

南泉和北碚矿质营养元素季节消长情况大致相似,N、P、K含量均前期较高,随着时间的推移而下降。但下降程度有差异,P元素最明显,其次是K,N元素次之。但是南泉和北碚又存在差异,南泉普遍比北碚偏低。可以说明不同生长环境、不同立地条件都可以影响黄连木树体对矿质元素的吸收和利用。

#### 参考文献

[1] 秦飞,郭同斌,刘忠刚,等. 中国黄连木研究综述[J]. 经济林研究,

2007,25(4):90-96.

[2] 钱建军,张存劳,瑶亚利,等. 黄连木油料资源开发与利用[J]. 林业科技开发,2003,17(2):41-43.

[3] 王涛. 生态能源林未来生物质燃料油原料基地[J]. 绿色中国,2007(5):30-33.

[4] 刘启慎,谭浩亮,李建新. 中国黄连木生长规律的研究[J]. 河南林业科技,1999,19(2):3-6.

[5] 杨剑虹. 土壤农化分析与环境检测[M]. 北京:中国大地出版社,2008:281-290.

[6] 郝荣庭,胡庆祥,张玉星,等. 鸭梨果实氮和矿质元素含量年变化及其相关性[J]. 园艺学报,1997,24(3):285-286.

[7] 张森,潘立忠,王小兵,等. 库尔勒香梨叶内主要矿质元素年生长动态变化的研究[J]. 安徽农学通报,2007,13(8):41-43.

[8] 林敏娟,王振磊,徐继忠. 华山梨生长期矿质元素含量的变化[J]. 塔里木大学学报,2009,21(1):15-18.

[9] 张森,潘立忠,王小兵,等. 砀山酥梨叶片矿质元素含量年变化及其相关性分析[J]. 安徽农学通报,2007,13(8):41-43.

[10] 林敏娟,徐继忠,陈海江,等. 黄金梨叶片、果实中矿质元素含量的周年变化动态[J]. 河北农业大学学报,2005,28(6):25-27.

## Seasonal Changes of Mineral Elements Content in Leaves of *Pistacia chinensis* in Chongqing

WANG Dan

(College of Horticulture and Landscape Architecture, Southwestern University, Chongqing 400716)

**Abstract:** The nutrition and mineral elements in leaves of *Pistacia chinensis* in area of Nanquan and Beibei were determined and analyzed, the different periods changes of mineral elements of the wild *Pistacia chinensis* all the year round were studied. The results showed that matures' mineral elements generally changed trend that N, P, K decreased, Fe, Ca had generally increased, and Mg, Zn were fluctuation. According to the pot fertilization experiment researched as well as the variation difference analysis of matures, could be inferred that different soil conditions, different ages, different cultivation and management would affect the contents of mineral elements in leaves of *Pistacia chinensis*. Through reasonable fertilization to supply the *Pistacia chinensis* N, P, K elements, ensured N, P, K elements adequately, promoted new shoot growth, and improved the quality of flower bud differentiation.

**Key words:** *Pistacia chinensis*; leaves; mineral elements