

## 两种立地条件下蒜头果叶绿素含量比较研究

赖家业, 杨振德<sup>L</sup>, 文祥凤

(广西大学林学院, 广西南宁 530001)

Q P 4 F . 7 4 1 . 2

**摘要:** 研究了土山和石山两种不同立地条件下蒜头果叶绿素含量。结果表明, 蒜头果叶片的叶绿素含量与立地条件有密切关系, 石山的蒜头果叶绿素含量比土山的高 24.3%, 叶肉细胞的叶绿体数量则比土山的高 48.7%; 叶片中与叶绿素生物合成密切相关的矿质元素中, 除 Mn 以外石山的均高于土山的。

**关键词:** 蒜头果; 叶绿素; 矿质元素; 立地条件 土山 石山

**中图分类号:** Q945.11 **文献标识码:** A

## A study on leaf chlorophyll content from *Malania oleifera* under two kinds of site conditions *in vitro*

LAI Jia-ye, YANG Zhen-de, WEN Xiang-feng

(Forestry College, Guangxi University, Nanning 530001, China)

**Abstract:** Leaf chlorophyll content from *Malania oleifera* Chun et Lee under two kinds of site conditions was studied. The results showed that the chlorophyll content in leaves of *Malania oleifera* Chun et Lee was closely related to site condition. The content of chlorophyll in limestone-hill was 24.3% higher than that in sandstone-hill and the quantities of chloroplast in leaf mesophyll cell were 48.7% higher than that in sandstone-hill. The content of mineral elements which have closely relation with biosynthesis of chlorophyll in leaf was also higher than later's except of Mn.

**Key words:** *Malania oleifera* Chun et Lee; chlorophyll; mineral element; chloroplast; site condition

蒜头果 (*Malania oleifera* Chun et Lee), 又名蒜头木、马兰后、山桐果, 铁青树科蒜头果属。土山、石山均有生长。在我国仅分布于云南东南部至广西西部的狭窄地带。由于其种子富含油脂, 是合成麝香酮 (muscone) 的原料<sup>(1,2)</sup>, 因而具有较高的开发利用价值。但是由于当地群众乱砍滥伐, 加上分布区域较窄, 现已处于渐危状态。为了挽救该珍贵植物资源, 了解其适宜的生长环境, 为营造蒜头果工业用人工林提供科学依据, 本文初步研究了两种不同立地条件下蒜头果叶片的叶绿素含量的差

收稿日期: 1998-07-20

作者简介: 赖家业 (1964-), 男, 讲师, 从事植物学、森林生态学教学及研究工作。

异, 讨论了叶绿素含量产生差异的原因, 并从生理生化和形态解剖的角度分析了蒜头果适宜的生长环境条件。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验地选择土山和石山两种立地类型, 均位于广西巴马县都阳山的东南面, 相隔约 10 km。石山试验地位于燕洞乡交乐村良丰屯的连座峰丛石山区, 海拔 600 m, 阳坡, 土壤为黑色石灰土, pH 7.26。蒜头果为自然分布, 除山顶外, 均有零星分布, 以坡脚洼地内分布较多, 最高可达 10 m 以上。土山试验地位于燕洞乡的县林科所旁, 海拔约 250 m, 阳坡, 伴生树种较多, 土壤为红壤, pH 值为 4.52, 石砾含量 < 20%。蒜头果为 1988 年从石山试验点引种播种的实生苗, 1998 年测树高为 1.5~5.0 m。两试验地土壤理化性质列于表 1。

表 1 试验地土壤理化性状  
Table 1 Physical and chemical properties of soils in experiment plot

立地类型 Site conditions	质地 Texture	pH 值 pH (H <sub>2</sub> O)	有机质(%) Organic material	养分含量(mg.kg <sup>-1</sup> ) Nutrient content							有效铁 Available Fe	有效铜 Available Cu	有效锌 Available Zn
				全氮(%) Total N (%)	水解氮 Hydroly- sable N	速效磷 Available P	速效钾 Available K	交换性镁 Exchange- able Mg	交换性锰 Exchange- able Mn	交换性钙 Exchange- able Ca			
石山 Limestone-hill	壤土 Loam	7.26	5.176	0.344	319.6	22.34	66.16	2875.6	577.3	0.136	3.634	1.54	0.83
土山 Sandstone-hill	粘壤土 Clay loam	4.52	2.437	0.171	126.1	0.73	25.14	138.7	30.93	3.803	68.74	1.33	0.51

### 1.2 材料的选择与采集

采用典型选样法<sup>[3]</sup>在石山和土山分别选择长势良好, 无病虫害, 受人为影响较少, 具有代表性的成年样树 3 株。石山上的样树平均高 4.5 m, 平均年龄 11 a (10 a, 10 a, 12 a), 土山上的样树平均高 3.8 m, 树龄 10 a。在样树上采集具有相同叶位、生长正常、无受损和畸形现象、面积大小能代表该立地平均水平的成熟叶片供作测试材料。把树冠分为上、中、下 3 层, 各层按东、南、西、北向各取样叶 10 片, 不同方位的叶片充分混合后供试验测定。

### 1.3 测定方法

叶绿素用混合提取液(丙酮:无水酒精=2:1)提取, 分光光度法测定<sup>[4]</sup>。矿质元素含量测定按国家标准森林上土壤养分分析法(1988-01-01)进行<sup>[5]</sup>。叶片解剖结构观测采用石蜡切片法<sup>[6]</sup>, 在光学显微镜下观测。

以上各项测定均 3 次以上重复

## 2 结果与分析

### 2.1 立地条件对叶绿素含量的影响

叶绿素是高等植物光合作用中最重要色素, 在光合作用过程中起到接受和转换能量的作用。在一定范围内, 叶绿素含量越高, 光合越强, 制造更多光合产物, 促进植物生长。然而, 许多环境因素影响到叶绿素的生物合成。试验测定结果表明, 两种立地条件下蒜头果叶片的叶绿素含量有明显的差异(表 2)。无论是叶绿素 a、叶绿素 b 还是叶绿素总量, 石山立地均比土山立地高出 23% 以上。说明石山立地条件可能更有利于蒜头果的生长。

## 2.2 立地条件对叶片矿质元素含量的影响

在影响叶绿素生物合成的环境因素中,与气候因子相比较,土壤因子相对较为稳定。土壤中矿质元素的丰缺明显影响到植物体内叶绿素的生物合成。测定结果表明,两种立地条件下蒜头果叶片的矿质元素含量有明显的差异,除Fe外,均与土壤中矿质养分含量呈现高度的正相关(表1和表3)。叶片中矿质元素含量水平显著地影响到叶绿素的生物合成。因此,不同立地条件由于土壤因子中矿质元素水平的差异,导致不同立地条件下蒜头果叶片叶绿素含量产生较大差异。

## 2.3 立地条件对蒜头果叶片解剖结构的影响

由于立地条件不同,叶片的解剖构亦有所不同。土山立地蒜头果叶片栅栏组织较薄而海绵组织较

厚,叶肉细胞中叶绿体数量比石山立地的低48.7%(表4)。生长于土山的蒜头果叶片叶绿体数量较低是导致其叶绿素含量较低的内部因素。

## 3 讨论

### 3.1 影响叶绿素生物合成的环境因素

蒜头果叶片的叶绿素含量与立地条件有密切的关系。立地条件不同,蒜头果叶片叶绿素含量有明显的差异(表2)。立地条件构成要素中的土壤因子和气候因

子对叶绿素的生物合成及其含量均有影响。气候因子很不稳定,变化较大,对叶绿素生物合成的影响较为复杂。但研究资料明,在距离和海拔相差不大的试验地之间,光照和温度相差不大<sup>[7]</sup>。另一方面,从叶绿素生物合成过程来看,光照只是促进原叶绿素酸酯转变成叶绿素,叶绿素的合成并不需要太强的光,有些植物如松柏科植物在黑暗中亦可合成叶绿素;温度则是通过影响酶活性来影响叶绿素生物合成的快慢。因此试验地之间光照和温度的稍有不同对成熟叶叶绿素合成和含量的影响不是很大。土壤因子中矿质元素的含量具有相对稳定的特点。土壤中矿质元素的丰缺情况则对成熟叶叶绿素生物合成和含量具有较大的影响。如N、Mg、Fe、Cu、Zn等元素的不足,将会严重地影响叶绿素的生物合成。土壤测定结果表明,不同立地条件下,土壤矿质元素含量水平有显著的差异(表1),

表2 两种立地条件下蒜头果叶绿素含量(mg/g·f·w)

Table 2 The content of chlorophyll in leaves of *Malania oleifera* under two kinds of site conditions

立地类型 Site conditions	叶绿素 a Chlorophyll a	叶绿素 b Chlorophyll b	叶绿素 a+b Chlorophyll a+b	叶绿素 a/b Chlorophyll a/b
石山 Limestone-hill	0.777(124.5)	0.332(123.9)	1.109(124.3)	2.340(100.4)
土山 Sandstone-hill	0.624(100)	0.268(100)	0.892(100)	2.330(100)

表3 两种立地条件下蒜头果叶片矿质元素含量  
Table 3 The content of mineral elements in leaves of *Malania oleifera* under two kinds of site conditions

立地类型 Site conditions	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)
石山 Limestone-hill	1.5868 (123.7)	0.3759 (161.8)	2.1852 (194.6)	1.1554 (143.7)	0.2618 (221.7)	93.33 (119.9)	130.91 (65.8)	5.386 (134.8)	17.07 (135.5)
土山 Sandstone-hill	1.283 (100)	0.2141 (100)	1.1228 (100)	0.8042 (100)	0.1181 (100)	77.82 (100)	198.95 (100)	3.997 (100)	12.6 (100)

表4 两种立地条件下蒜头果叶肉细胞及叶绿体数

Table 4 The quantities of chloroplast and mesophyll cell of *Malania oleifera* under two kinds of site conditions

立地类型 Site conditions	栅栏组织 Palisade tissue		海绵组织 Spongy tissue		叶绿体数 (个/mm <sup>2</sup> 叶肉) Chloroplast (No./mm <sup>2</sup> Mesophyll)
	厚度 (占叶肉%) Thickness (% in Mesophyll)	叶绿体数 (个/mm <sup>2</sup> ) Chloroplast (No./mm <sup>2</sup> )	厚度 (占叶肉%) Thickness (% in Mesophyll)	叶绿体数 (个/mm <sup>2</sup> ) Chloroplast (No./mm <sup>2</sup> )	
石山 Limestone-hill	59.33(109.5)	22944(159)	39.40(94.1)	19375(128.5)	21246(148.7)
土山 Sandstone-hill	54.16(100)	14430(100)	42.93(100)	15080(100)	14289(100)

除有效 Cu 和 Zn 外, 其它矿质养分含量均相差 1 倍以上, 最高者相差 29.6 倍。构成叶绿素的核心元素 N 和 Mg 分别相差 1.5 倍和 17.7 倍。因此, 土壤因子中的矿质元素是导致叶绿素含量出现明显差异的主要原因。

### 3.2 叶绿素含量与氮、镁的关系

由于不同立地条件土壤矿质养分含量存在明显差异, 因此生长在不同立地条件下蒜头果叶片内矿质元素含量也产生明显差异。叶片中矿质元素含量水平, 尤其是 N、Mg、Fe、Mn、Cu、Zn 等, 对叶绿素的生物合成具有非常显著的影响。N 和 Mg 是叶绿素的组成元素, 必不可少。一般来说, 功能叶的叶绿素含量, 与其含氮量的变化基本上是一致的。石山立地的叶绿素含量比土山的高 24.3%, 其叶片含氮量, 石山立地的比土山立地的高 23.7%, 两者表现出高度的一致。一些作者认为, 有 5%~10% 的植物缺 Mg, 酸性土壤经常缺 Mg, 这与锰过剩有关。缺镁症很容易在缺钙土壤上发生<sup>[8]</sup>。土壤中交换性 K/Mg 比值一般要求在 0.4~0.5 之间, K/Mg 比值过大产生缺镁的可能<sup>[9]</sup>。一般认为, 土壤中交换性 Mg 含量如果少于 50mg/kg, 对于一些需镁较多的作物就有不足的可能, 我国南方的许多酸性红壤, 交换性镁含量低于这一水平, 有缺镁症出现<sup>[9]</sup>。本试验结果表明, 土山立地土壤酸性较强, pH 4.52, 交换性 Mg 含量仅为 30.93 mg/kg, 交换性钙离子含量亦较缺乏, 交换性 K/Mg 比值较高。这些数据表明, 土山立地蒜头果叶绿素含量较低可能与土壤的镁缺乏有关。

### 3.3 叶绿素含量与铁锰平衡的关系

研究植物体内多种养分浓度之间的综合平衡, 是现代植物营养学发展的一个重要特点, 而植物组织中养分浓度的比值是反映植物体内养分平衡状况的重要参数。多年来, 铁和锰之间的相互作用一直是一个研究热点<sup>[10]</sup>。植物体内 Fe/Mn 的比值能反映植物铁锰营养的平衡关系, 当 Fe/Mn 比值小到一定程度时, 植物会出现铁锰营养失调<sup>[11,12]</sup>。锰是土壤中比较活跃的金属元素之一, 虽然锰缺乏也会影响到叶绿素的生物合成, 但是锰含量过高会使植物产生锰中毒, 这在通气不良的酸性土壤中较易发生。土山立地 pH 为 4.52, 呈强酸性反应, 蒜头果叶片中锰含量比石山立地高出 52% (表 3)。有研究表明, 过量的锰可降低叶片中钙的浓度, 出现“皱叶病”; 可导致生长素缺乏, 严重影响植物生长; 可使叶绿素生物合成过程中从原叶啉 IX 到原叶绿酸酯的需铁步骤受到抑制, 使叶片出现失绿症<sup>[13]</sup>。因此土山立地蒜头果叶片的叶绿素含量较低可能与其 Mn 含量较高有一定关系。从土山立地蒜头果叶片的外部形态特征 (叶片下垂, 少量有暗褐色病斑, 叶缘向内卷等) 看, 有类似 Mn 中毒的症状<sup>[13]</sup>, 推测其可能存在锰中毒现象。土壤分析测试表明, 酸性土山立地交换性锰含量为石山立地的 28.6 倍 (表 1), 与已制定的分级指标<sup>[14]</sup>相比已相当高, 很可能对植物的生长产生负影响。然而 Somers<sup>[15]</sup>认为, 决定是否产生锰中毒现象的因素不是单一的锰的浓度或铁的浓度, 而是它们之间的比率。石山立地土壤中的 Fe/Mn 比率为土山立地的 1.51 倍, 石山立地蒜头果叶片内 Fe/Mn 比率为土山立地的 1.82 倍。说明酸性的土山立地土壤锰浓度过高, 抑制了植株对 Fe 的吸收, 诱发了缺 Fe 症。Fe 的缺乏, 抑制了叶绿素的生物合成, 因而土山立地蒜头果叶绿素含量较低 (表 2)。

## 3 结论与建议

石山立地土壤 pH 较高, 有机质十分丰富, 含量高达 5.176%, 氮和镁的含量亦相当高, 较利于叶绿体的形成和叶绿素的生物合成, 应是蒜头果的适生环境。

土山立地土壤 pH 较低, 呈强酸性反应, 土壤中锰浓度为石山的 28.6 倍, 同时, 土山立地土壤

中铁锰平衡比例失调,因而土山立地不利于叶绿素的生物合成,对于蒜头果的正常生长也会有不利的影响。

蒜头果对 Mn 的敏感性如何,高浓度的 Mn 对蒜头果的生长以及对蒜头果油的品质有何不利影响,高浓度的钙和镁、pH 值等是否是限制蒜头果自然分布的主要因素,这些问题还有待于深入研究。

本研究得到黎向东教授的悉心指导,特此致谢!何斌、梁月芳、吴曙光等同志参加部分测试工作,在此一并致谢!

### 参考文献:

- (1) 欧乞斌.一种重要脂肪酸Cis-Tetracos-15-enoic的新存在——蒜头果油[J].云南植物研究,1981,3(2):181~183
- (2) 李树刚.油料植物一新属——蒜头果属[J].东北林学院植物研究室汇刊,1980,1(16)
- (3) 石原正麿著.栽培植营养诊断分析测定法[M].北京:农业出版社,1974
- (4) 杨振德.分光光度法测定叶绿素含量的探讨[J].广西农业大学学报,1996,15(2):145~150
- (5) 中华人民共和国国家标准(GB7848-7858-87).森林土壤分析方法(第三分册和第四分册).森林土壤分析方法(1988-01-01)[A].国家标准局
- (6) 李正理.植物组织制片学(第一版)[M].北京:北京大学出版社,1996
- (7) 广西丘陵山区农业气候资料及其合理利用课题组著.广西山区农业气候与大农业开发策略[M].北京:气象出版社,1997
- (8) 王沙生,高荣孚,吴贯明著.植物生理学[M].第二版.北京:中国林业出版社,1991
- (9) 袁可能著.植物营养元素的土壤化学[M].北京:科学出版社,1983.287
- (10) 陆甲年.农业生产中的铁锰平衡问题[J].广西农学院学报,1992,11(1):16~19
- (11) 杨玉爱.柑桔的铁素营养诊断方法的探讨[J].土壤通报,1988,19(2):74~76
- (12) 陆甲年.菠萝的铁锰平衡及铁肥的施用[J].广西农学院学报,1988,7(2):21~24
- (13) 张西科,张福锁,毛达如.植物锰中素研究进展[J].土壤学进展,1994,22(5):13~20
- (14) 刘 铮,朱其清,唐丽华.我国缺乏微量元的土壤及其区域分布[J].土壤学报,1982,19(1):209~222
- (15) Somers H, Shive J W. The iron-manganese relation in plant metabolism[J]. Plant physiol, 1942, 17,582~602