

# 杉木幼苗叶片蔗糖和淀粉含量的昼夜变化\*

苏梦云 周国璋 金正法

关键词 杉木、蔗糖、淀粉、昼夜变化

杉木(*Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook.) 是我国南方重要造林树种, 不同无性系间的生长存在明显差异。从光合作用方面探讨杉木速生生理基础已有一些报道<sup>[1]</sup>。本文主要对两类生长类型的幼苗叶片中的蔗糖和淀粉含量的昼夜变化进行比较研究, 以期从光合同化碳的外运速率方面阐明不同生长速率类型的无性系间的生理差别, 为杉木生长早期预测提供有关生理依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

试验材料取自本所苗圃两类不同生长速率类型的杉木无性系(速生型超<sub>22</sub>和慢生型开<sub>4</sub>) 萌生苗(1年生), 每个无性系选取10株株高相近、枝条和叶片发育相当的苗木供试验。在5月下旬取当年抽出的主梢上叶片和上起第一轮枝(每轮多为4小枝组成) 进行分析测定。除用于两类无性系蔗糖、淀粉和还原糖含量比较的主梢叶片和成龄叶片(上起第一轮枝上叶片) 在上午10时取样外, 其它用于研究含量昼夜变化的样品分别在上午8时、中午13时、傍晚18时和次日早晨7时在每株同一轮各取1枝, 先剪下小枝上叶片, 然后再剥取小枝的韧皮部, 分别成龄叶片和韧皮部混合制样, 在105℃杀青后, 于60℃烘干、粉碎、过60目筛。每个处理测定5个样品。

### 1.2 测定方法

1.2.1 还原糖含量测定 样品加85%乙醇于50℃恒温水浴中提取30 min, 过滤。滤渣再用85%乙醇提取两次, 滤液合并, 蒸去乙醇, 加水溶解, 按3, 5-二硝基水杨酸比色定糖法测定还原糖<sup>[2]</sup>。

1.2.2 蔗糖含量测定 样品加80%乙醇于80℃水浴中不断搅拌40 min, 离心, 上清液加定量的活性碳, 于80℃水浴脱色30 min, 定容, 过滤取滤液按Cardini法<sup>[3]</sup>测定蔗糖。以蒸馏水取代间苯二酚为空白。

1.2.3 淀粉含量测定 按夏淑芳等<sup>[4]</sup>方法测定。

1995—10—10 收稿。

苏梦云副研究员, 周国璋(中国林业科学研究院亚热带林业研究所 浙江富阳 311400); 金正法(浙江省桐庐县林业局)。

\* 本文为中国林业科学研究院基金项目“杉木无性系早期预测生化指标及其评定标准的研究”(1994~1996年) 课题的部分内容。

1) 陈福明, 陈顺伟. 杉木遗传性状的早期预测. 见: 中国植物生理学会秘书处编. 中国植物生理学会第四次全国会议论文摘要汇编, 1986. 105.

## 2 结果与讨论

### 2.1 两类生长速率的杉木无性系主要碳水化合物含量比较

速生型无性系幼苗成龄叶和主梢嫩叶在进行正常光合作用时(上午 10 时)。叶中的蔗糖含量要比慢生型苗高 80% 以上。还原糖含量在主梢嫩叶中速生型比慢生型高出 126%, 在成龄叶中速生型比慢生型高出 45%, 而淀粉含量速生型则比慢生型低 4% ~ 17% (表 1)。说明速生型无性系的速生性可能与其叶片中蔗糖和还原糖含量有一定关系。

表 1 两类生长速率的杉木无性系苗叶片中蔗糖、还原糖和淀粉含量比较

(单位: mg/g Dw)			
试 材	还原糖	蔗糖	淀粉
速生型无性系苗			
主梢叶片	2.33 ± 0.25	5.28 ± 0.31	10.29 ± 0.36
成龄叶片	2.98 ± 0.52	4.68 ± 0.29	9.42 ± 0.28
慢生型无性系苗			
主梢叶片	1.03 ± 0.19	2.82 ± 0.42	10.71 ± 0.44
成龄叶片	2.05 ± 0.24	2.58 ± 0.23	11.02 ± 0.21

### 2.2 杉木幼苗叶片中主要碳水化合物含量的白昼变化

在上午 8 时当太阳刚照射到试验苗木时, 速生型无性系和慢生型无性系苗叶片中的蔗糖和还原糖含量没有明显差别。可是到中午(13 时), 叶片中蔗糖含量明显增加, 速生型无性系苗叶片中蔗糖含量比上午 8 时增加了 85%, 慢生型也增加了 12%。到傍晚(18 时)两类型无性系苗蔗糖含量均比中午有所下降, 但速生型苗中的含量仍高于慢生型苗。还原糖含量在白天没有明显变化; 但速生型苗中的含量均高于慢生型苗。两类型苗叶片中的淀粉含量在白天也呈规律性变化, 即中午最低, 傍晚最高, 傍晚的含量比早晨(8 时)增加了 80% 以上, 慢生型苗高于速生型苗(表 2)。

表 2 杉木幼苗叶片中主要碳水化合物含量白昼变化

试 材	测定时间	还原糖含量	蔗糖含量		淀粉含量	
		(mg/g Dw)	(mg/g Dw)	(%)	(mg/g Dw)	(%)
速生型苗	8 00	2.93 ± 0.25	2.68 ± 0.31	100	7.16 ± 0.38	100
	13 00	3.10 ± 0.21	4.96 ± 0.21	185.1	6.12 ± 0.29	85.5
	18 00	3.88 ± 0.61	3.27 ± 0.54	122.0	13.04 ± 0.34	182.1
慢生型苗	8 00	2.71 ± 0.32	2.39 ± 0.18	100	10.22 ± 0.35	100
	13 00	2.15 ± 0.36	2.68 ± 0.11	112.1	8.57 ± 0.36	83.9
	18 00	2.29 ± 0.40	2.21 ± 0.38	92.5	18.57 ± 0.40	181.7

注: 蔗糖含量和淀粉含量均以速生型苗 8 时的测定值为 100%。

蔗糖和淀粉是光合作用的重要产物。从表 2 可以看出, 叶片中淀粉有明显的形成和积累。从中午的蔗糖含量高于早晨(8 时)来看, 表明蔗糖也有一定的形成和积累, 但傍晚与早晨的蔗糖含量差异不大, 这可能与叶片中有一个蔗糖库有关<sup>[2]</sup>, 蔗糖库使叶片中的蔗糖维持相对稳定的浓度, 也说明在白天蔗糖也有适当输出。

### 2.3 杉木幼苗中主要碳水化合物的夜间变化

两类无性系幼苗叶片和枝条韧皮部中的淀粉含量在夜间都有明显的减少。速生型分别减少 31% 和 13%, 慢生型分别减少 43% 和 24%。叶片中的蔗糖含量在夜间没有明显变化, 但在枝条韧皮部中却有较大增加, 速生型和慢生型分别增加了 272% 和 44%。显然这是来自叶片或是枝条中淀粉的降解。但是从枝条蔗糖的绝对含量来看, 速生型苗明显低于慢生型苗。这表明

速生型苗枝条中蔗糖的外运速率要快于慢生型苗。还原糖含量无规律可循(表 3)。

表 3 两类无性系苗主要碳水化合物含量的夜间变化 (单位: mg/g Dw)

试 材		还原糖含量		蔗糖含量		淀粉含量	
		18 00	次日 7 00	18 00	次日 7 00	18 00	次日 7 00
速生无性系	叶片	3.88 ± 0.61	1.01 ± 0.58	3.27 ± 0.54	3.12 ± 0.46	13.04 ± 0.34	9.03 ± 0.41
	嫩枝	1.76 ± 0.24	1.73 ± 0.31	1.62 ± 0.21	6.03 ± 0.36	9.04 ± 0.28	7.90 ± 0.31
慢生无性系	叶片	2.29 ± 0.22	3.36 ± 0.28	2.21 ± 0.38	2.63 ± 0.41	18.57 ± 0.40	10.58 ± 0.36
	嫩枝	2.46 ± 0.74	1.75 ± 0.46	5.75 ± 0.40	8.27 ± 0.52	11.32 ± 0.37	8.57 ± 0.28

杉木象棉花、大豆一样<sup>[5]</sup>, 光同化碳初级产物代谢的主要趋向是合成淀粉, 并以淀粉形式暂时贮藏在叶片中, 在夜间降解输出叶片。光合作用同时也有相当的蔗糖形成和输出, 但蔗糖由于在叶片中维持一定的水平, 所以很难测出蔗糖形成和输出的实际数量。光合作用生产的干物质多少对树木生长有着重要影响, 但是光合产物的输出速率也是影响生长的又一重要因素, 速生型无性系苗叶片在白天形成的蔗糖要高于慢生型无性系苗, 而枝条中的蔗糖含量却低于慢生型无性系苗, 说明速生型无性系苗的光合初级产物从枝条中进一步输出的速率高于慢生型无性系苗。据报道<sup>[6]</sup>, 当叶片蔗糖输出快时, 利于蔗糖合成, 当叶片蔗糖输出慢时, 积累成淀粉, 光合作用也下降。由此也可以推测, 慢生型无性系苗比速生型无性系苗含有较多的淀粉, 说明蔗糖的合成和输出前者比后者慢。所以速生型无性系苗之所以有较高的生长潜势与其具有一个较大的蔗糖库和较快的蔗糖合成及输出速率有一定关系。幼苗的蔗糖含量和输出速率有可能成为杉木早期生长预测的生化指标。

## 参 考 文 献

- 1 王克满. 杉木优树子代早期鉴定的初步探讨——高光效筛选. 九江林业科技, 1980, (1): 1~4.
- 2 张龙翔, 张庭芳, 李令媛. 生化实验方法和技术. 北京: 高等教育出版社, 1985. 9~10.
- 3 Gardini C E, Leloir L E, Chiriboga J. The biosynthesis of sucrose. J. Biol. Chem., 1955, (214): 149~155.
- 4 夏淑芳, 于建新, 张振清. 叶片光合产物输出的抑制与淀粉和蔗糖的积累. 植物生理学报, 1981, 7(2): 135~141.
- 5 沈允钢, 李德跃, 魏家锦. 改进干重法测定光合作用的应用研究. 植物生理学通讯, 1980, (2): 37~41.
- 6 夏淑芳, 沈允钢, 李德跃, 等. 光合作用及其产物的转化、积累和输出. 见: 植物生理学会编, 光合作用研究进展(第三集). 北京: 科学出版社, 1984. 146~159.

## Diurnal Course of Sucrose and Starch Contents in Leaves of Seedling of Chinese Fir

Su Mengyun Zhou Guozhang Jin Zhengfa

**Abstract** Two clones seedlings of Chinese fir (*Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook.) with different growing rates (Fast growing pattern CHAO<sub>22</sub> and slow growing pattern KAI<sub>4</sub>) were used to analyze the change of two important photosynthate sucrose and starch contents in leaves by day and night. The results showed that: (1) The sucrose content

in leaves of fast growing seedling was 80% more than that of the slow growing seedlings. But the starch content of the latter was 4 ~ 17% higher than the former one. (2) The sucrose and starch contents in leaves were obviously accumulated in the daytime. The sucrose content at noon was the most. The sucrose contents of fast growing seedlings and slow growing seedlings were 85% and 12% higher than those in the morning, respectively. But the starch content in leaves was the highest in the evening and was over 80% higher than that in the morning. (3) The starch contents in leaves and young shoot of fast and slow growing seedlings were decreased in a single night. They were decreased by 31% and 13% (fast growing seedlings) and by 43% and 24% (slow growing seedlings) respectively. There wasn't obvious change of sucrose content in leaves of the two kinds of clones in the night, but the starch content in young shoot was obviously decreased.

In addition, the relationship between the sucrose content and growth potential was discussed.

**Key words** Chinese fir, sucrose, starch, diurnal change

---

Su Mengyun, Associate Professor, Zhou Guozhang (The Research Institute of Subtropical Forestry, CAF Fuyang, Zhejiang 311400); Jin Zhengfa (Forestry Bureau of Tonglu County, zhejiang Province).