

文章编号: 1000-5692(2000)01-0020-04

# 杉木檫树混交林根系生理的初步研究

严逸伦<sup>1</sup>, 严其鹏<sup>2</sup>, 胡立中<sup>3</sup>

(1. 浙江林学院资源与环境系, 临安 311300; 2 浙江省鄞县樟水镇林业站, 浙江鄞县 315161; 3 浙江省鄞县横街镇林业站, 浙江鄞县 315182)

**摘要:** 采用蒽酮比色法、Warburg呼吸计法分别研究了杉木、檫树及其混交林吸收根的可溶性糖含量和呼吸速率; 用愈创木酚法及双缩脲法测定了根系过氧化物酶活性、根系浸出液中蛋白质含量和电导率。结果表明: ①杉檫混交林根系的过氧化物酶活性都比对应的纯林小; ②纯林杉木根系的浸出液电导率和浸出液蛋白质含量比混交林根系大, 而檫树根系与杉木根系的结果相反; ③混交林杉木根系的可溶性糖含量和呼吸速率则要明显大于纯林杉木, 而混交林檫树根系的可溶性糖含量则要小于纯林, 纯林檫树与混交林檫树根系的呼吸速率变化不大。表1 图4 参5

**关键词:** 杉木; 檫树; 混交林; 根系; 生理特性

**中图分类号:** S718.3      **文献标识码:** A

近几年来, 在连栽杉木 (*Cunninghamia lanceolata*) 林地上, 地力衰退, 杉木生长不良现象日趋严重<sup>[1]</sup>, 而杉木与檫树 (*Sassafras tzumu*) 混交造林后, 则杉木生长良好, 其年生长量大大提高<sup>[2]</sup>。根系作为植物重要的吸收和代谢器官, 生长的好坏, 代谢的强弱对地上部分的生长和产量的高低有着十分重要的影响。由于根生长于土壤中, 研究工作比地上部分困难得多。目前, 我国虽然在根系生理方面已开展了一些研究, 但多局限于农作物方面<sup>[3]</sup>, 林木根系生理方面的研究还鲜有报道。本文试图从杉木、檫树纯林及其混交林根系生理方面着手, 探讨根系的生理特性及其对生长的影响, 为科学造林提供一些理论根据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 供试材料

研究材料取自浙江林学院许绍远等营造的1片19年生杉木、檫树试验林。试验林地处浙江省临安市夏禹桥镇庆丰村境内。在杉木、檫树纯林及其混交林中分别选取土壤等条件一致, 长势中等, 具有代表性的植株各3株, 分别取其吸收根作为试验材料。4~6月中旬各采样1次, 进行分析。

### 1.2 试验材料测前处理

采样当时, 即加入少量湿润泥土于根系中, 装入塑料袋中。采回后, 略加水, 扎紧塑料袋口, 置于冰箱(2~10℃)备用, 当日测试。

### 1.3 测试方法

1.3.1 呼吸速率测定 采用华氏 Warburg 呼吸计法(微量定积检压技术)。所用仪器为国产 SKW-2 型

收稿日期: 1999-01-20; 修回日期: 1999-11-23

作者简介: 严逸伦(1961-), 男, 浙江鄞县人, 讲师, 从事植物生态生理研究。

微量呼吸检压计, 水温保持 25 °C, 振荡器频率为 120 次·min<sup>-1</sup>。在反应瓶中放入已经过体积测定的根 2.0 g, 测定时间 30 min。

1.3.2 根系浸出液的制备 先用自来水冲洗根系, 除去吸收根表面泥土杂质, 然后用蒸馏水漂洗 2~3 遍, 用滤纸吸干表面水分, 再称取 2.0 g 吸收根, 置于 50 mL 小烧杯中, 加入 20 mL 蒸馏水, 使根系完全浸透为宜。

1.3.3 蛋白质含量测定 根系浸置 10 h 和 24 h 后, 分别对浸出液用双缩脲法测定 2 次。

1.3.4 过氧化物酶和可溶性糖含量测定 分别用愈创木酚法及蒽酮比色法进行。

1.3.5 电导率测定 用电导率仪测定根系浸出液电导率。

## 2 结果与分析

### 2.1 根系浸出液电导率的变化

试验用电导率仪测定不同月份和不同浸提时间浸出液的电导率。从图 1~3 可见, 4~6 月间, 纯林杉木根系浸出液的电导率均大于混交杉木, 而栎树表现相反的结果。电导率大, 表明根系外渗物质较多, 即纯林杉木根系细胞原生质膜透性较混交杉木根系大。这可能是由于纯杉木林根系产生并分泌有毒物质较多而危害根系, 加速根系细胞老化, 并破坏其原生质膜的结构<sup>[4]</sup>。栎树根系本身不产生有毒物质, 当与杉木混交造林后, 杉木根系分泌的有毒物质, 反而对栎树根系产生一定程度的危害。

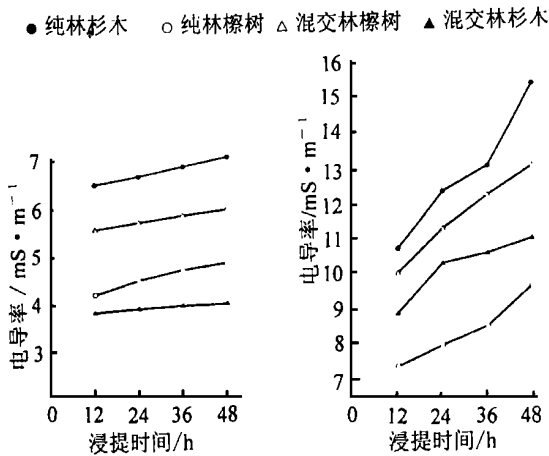


图 1 4 月根系浸出液电导率的变化

Figure 1 Changes of conductivity rate of root extract in April

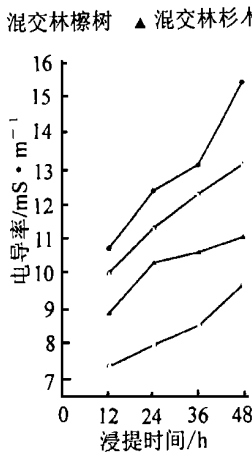


图 2 5 月根系浸出液电导率的变化

Figure 2 Changes of conductivity rate of root extract in May

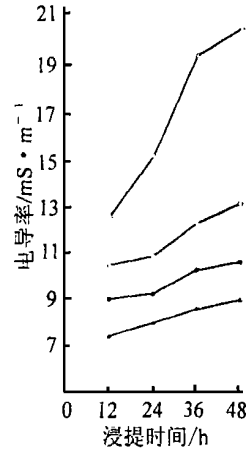


图 3 6 月根系浸出液电导率的变化

Figure 3 Changes of conductivity rate of root extract in June

从图 1~3 中还可看到, 电导率随浸提时间的延长而增大, 说明随浸提时间的延长, 外渗的物质逐渐增多。4 月份的电导率变化平缓, 5~6 月份变化较大, 表明 5~6 月份根系细胞中的物质较为丰富, 此间随着气温增高树木整体的代谢较旺盛。这符合树木的生长特点。

### 2.2 根系浸出液中蛋白质含量的变化

有的研究通过洋葱种子老化过程中可溶性糖和蛋白质的外渗量的测定, 说明原生质膜的损害与蛋白质外渗量之间有密切关系, 膜伤害增加, 其渗漏量也增多, 并推测膜的伤害可能是过氧化反应所造成。本文对不同林地杉木、栎树根系浸出液中的蛋白质含量进行测定。从表 1 可以看出, 浸出液中蛋白质含量为纯林杉木大于混交林

表 1 根系浸出液中蛋白质含量的变化

样品	4 月		5 月		6 月	
	10 h	24 h	10 h	24 h	10 h	24 h
纯杉	1.16	1.30	1.06	1.26	1.39	1.89
纯栎	0.22	0.27	0.27	0.43	0.33	0.56
混杉	1.06	1.14	0.81	1.14	1.19	1.50
混栎	0.29	0.30	0.32	0.49	0.51	0.71

杉木, 而纯林檫树则小于混交林。这与根系浸出液电导率的分析相吻合。蛋白质外渗量虽然随着时间的延长, 出现渐增趋势, 但不明显。

### 2.3 过氧化物酶活性的变化

过氧化物酶是一种普遍存在于植物体中的氧化还原酶。有研究表明, 过氧化物酶参与细胞的木质化和木栓化过程, 对组织的木质化起着重要的作用。在老化组织中, 蛋白质的分解大于合成, 分解产物氨基酸中苯丙氨酸和酪氨酸在脱氢酶的作用下, 生成肉桂酸和对香豆酸。此外, 碳水化合物在过氧化物酶的作用下, 通过氧化聚合作用形成木质素。正是由于该酶的活性能反映根组织的木质化程度, 故常作为根系老化的诊断指标。

从图4中可见, 纯林杉木、檫树的过氧化物酶活性皆大于混交林。这说明混交林根系的木质化程度较轻, 即老化程度低, 有利于根部更好地行使吸收功能, 促进地上部分的生长。反之, 纯林根系的木质化程度较重, 从而影响根系对水分和养分的吸收, 进而影响林木的生长。同时, 4~6月杉木根系该酶活性逐渐下降, 这可能是由于这期间杉木根系本身的生长加速造成所取的吸收根老化程度逐渐降低所致。

### 2.4 可溶性糖含量的比较

碳水化合物是植物体中非常重要的物质, 它是能量贮存的主要形式, 也是植物合成其他有机物的主要来源, 其中可溶性糖是参与新陈代谢的重要底物。根内的呼吸基质是靠叶子运输下来的, 其可溶性糖含量高, 说明地上部分进行良好的光合作用, 有机物质的输导系统畅通。从测定结果可知, 纯林杉木根系可溶性糖含量为  $1.14 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ , 小于混交林杉木根系的可溶性糖含量 ( $1.72 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ )。而纯林檫树根系的可溶性糖含量 ( $2.42 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) 要大于混交林檫树根系 ( $1.88 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ )。

### 2.5 呼吸速率的比较

根系的呼吸是根部代谢活动的中心。呼吸速率大表明根系的代谢旺盛。我们用 Warburg 呼吸计法对根系呼吸速率进行了测定。从6月份测得的均值看, 混交林杉木根系的呼吸耗氧速率 ( $365 \mu\text{L} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$ , 以鲜质量计) 比纯林杉木 ( $336 \mu\text{L} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$ , 以鲜质量计) 的大, 而檫树则相差不大。这说明混交林杉木的根系比纯林的根系生长更健康, 能更好地发挥其生理功能, 保证地上部分的生长。

## 3 小结与讨论

一般认为, 老化是由于细胞膜系统的劣变而引起的<sup>[9]</sup>。当组织和器官老化或劣变时, 细胞膜解体或受损, 透性加大, 渗出物增多。这反映了细胞的区域化受到破坏, 产生代谢紊乱。本文结果表明, 纯林杉木根系浸出液的电导率、渗出物中的蛋白质含量均比混交林的杉木根系大。这能够反映纯林、混交林根系的老化或受损程度的轻重。

根系细胞内含物渗漏量的增多, 反映出膜的损害增加。由于过氧化作用, 细胞内的溶酶体受到破坏, 从而加速了贮藏物质的降解速度。本研究发现纯林杉木、檫树的根系的过氧化物酶活性较对应的混交林根系大, 是与此一致的。

呼吸作用是植物生命活动的中心, 呼吸速率大, 则表明其代谢旺盛。本研究表明, 混交林杉木根系的呼吸速率和可溶性糖含量都较纯林的大, 表明混交林杉木根系的代谢较旺盛, 更能保证其地上部分的生长。

从檫树来看, 混交效果不明显, 这可能是杉木根系分泌物中的某些物质对檫树略有不利, 但由于

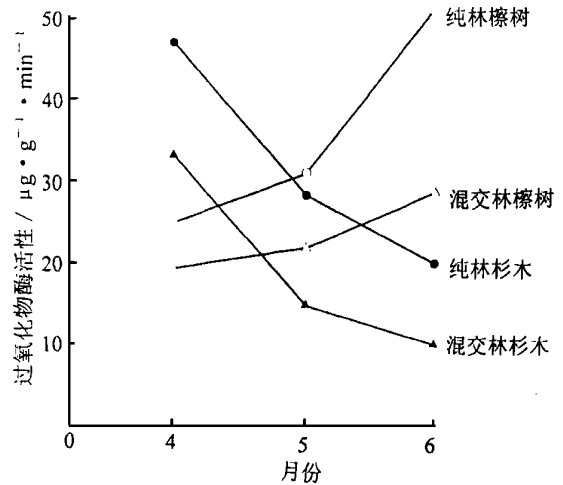


图4 过氧化物酶活性的变化

Figure 4 Changes of peroxidase activity of roots

樟木的混交比例小, 从整个林分角度来看, 影响不是太大。

杉木连栽林地引起的杉木生产量下降, 有人认为与纯林中产生的有毒物伤害根系有关。本文的研究表明纯林杉木根系的老化或受损程度较混交林严重, 而其代谢则比混交林弱。这可能是影响纯林杉木生长的主要原因之一。

#### 参考文献:

- 1 姜培坤, 蒋秋怡, 董林根, 等. 杉木樟树根际土壤生化特性比较分析[J]. 浙江林学院学报, 1995, 12(1): 1~5.
- 2 南方混交林科研协作组. 杉樟混交林营造技术研究报告[A]. 王宏志. 中国南方混交林研究[C]. 北京: 中国林业出版社, 1993. 14~24.
- 3 白书农, 肖翊华. 近年来水稻根系生理研究的几个特点[J]. 植物生理学通讯, 1986, (4): 18~22.
- 4 David J, Parish A. Carl leopold on the mechanism of aging in soybean seeds [J]. *Plant Physiol*, 1978, 61(3): 365.
- 5 林思祖, 陈少裕, 林永英, 等. 厚朴离体叶衰老过程的生理生化测定[J]. 浙江林学院学报, 1991, 8(2): 174~179.

## Physiological characteristics of *Cunninghamia lanceolata* and *Sassafras tsumu* roots in mixed forests and pure forests

YAN Yi-lun<sup>1</sup>, YAN Qi-peng<sup>2</sup>, HU Li-zhong<sup>3</sup>

(1. Department of Resources and Environment, Zhejiang Forestry College, Lin'an 311300, China; 2. Forest Station of Zhangshui Town, Yinxian 315161, Zhejiang, China; 3. Forest Station of Hengjie Town, Yinxian 315182, Zhejiang, China)

**Abstract:** The respiratory rate was determined by using Warburg' respiratory instrument, and the soluble sugar, protein, conductivity rate and peroxidase activity were determined by using the usual chemical analysis methods. The results were as follows: ①The peroxidase activities of roots in the mixed *Cunninghamia lanceolata* and *Sassafras tsumu* forest were lower than those in corresponding pure forest. ②The protein contents and conductivity rate of the roots of *Cunninghamia lanceolata* in pure forest were higher than those in mixed forest, while those of the roots of *Sassafras tsumu* were contrary. ③The soluble sugar content and respiratory rate of the roots in *Cunninghamia lanceolata* mixed forest were much higher than those in pure forest, but the soluble sugar content of the roots of *Sassafras tsumu* in mixed forest was lower than that in pure forest. The difference of respiratory rate between *Sassafras tsumu* in pure forest and that in mixed forest was slight.

**Key words:** *Cunninghamia lanceolata*; *Sassafras tsumu*; mixed forest; root systems; physiological characteristics