

# 杉木伐桩休眠芽萌发时的内源激素状况\*

高 健 程淑婉 夏民洲 叶镜中

**摘要** 在南京林业大学下蜀实验林场杉木林采伐迹地上,对伐桩进行全光照、半遮荫、全遮荫3种处理,于1992年春季分别定期观测并从伐桩上取萌芽样品,进行内源激素含量分析。结果表明,在白天平均地表温度达到20℃左右时,杉木休眠芽开始萌动,其萌发数量与内源激素的种类及数量有密切关系。在3种处理下,不同时期萌芽内GA<sub>3</sub>含量的变化均表现为形状相似的单峰曲线,只是达到峰值的时间不同,但却与各处理下休眠芽日均萌芽数达到高峰的时间基本相符,可见它对伐桩休眠芽破除休眠及持续萌发有重要促进作用。ZT对休眠芽的始萌发也有一定作用,而ABA和IAA含量低微,作用不大。

**关键词** 杉木、伐桩萌发、内源激素

杉木[*Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook.]是我国南方的主要造林树种,也是针叶树种少有的萌芽能力极强的树种之一<sup>[1]</sup>,而萌芽更新的树种最适合于短轮伐期作业,短轮伐期经营可缩短森林培育周期,提高森林的利用率和收益率<sup>[2]</sup>。在杉木产区萌芽更新也是培育杉木林的一种传统方式。故此,对杉木休眠芽特性的研究有极其重要的现实意义。80年代汪安琳等<sup>[3]</sup>以及程淑婉等<sup>[4]</sup>,已初步检出杉木萌芽中有较多的赤霉素和细胞分裂素存在,从而推断杉木萌芽与内源激素有密切关系。本项研究则是探讨在不同处理条件下,杉木休眠芽的萌发状况与内源激素的关系,试图较深入地探讨杉木休眠芽萌发机理,为调控萌芽提供理论依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 试验材料

在南京林业大学下蜀实习林场(江苏省句容县)杉木林采伐迹地上,选择林龄为27a的杉木林分,于1992年2月中旬皆伐后,立即对供试伐桩作下列处理:(1)全光照——使伐桩完全暴露在自然光照下;(2)半遮荫——用竹蔑稀疏编的半透光荫棚罩在伐桩上;(3)全遮荫——用厚实的草、竹编成密不透光的荫棚罩在伐桩上。荫棚面积为1m×1m,四周用木桩固定,高约30cm,伐桩位于荫棚的中央。每处理至少5个伐桩。从1992年4月上旬到6月中旬,每周对试验伐桩观察一次,记录各伐桩初始萌发的日期及一定期间萌芽数量(当休眠芽长度在0.5cm以上即被视为萌发),并分次同时采集萌芽样品(芽长0.5~1.5cm),冷冻后混合进行内源激素含量测定。

### 1.2 试验方法

1.2.1 光照强度和地表温度的观测 每两次观察、记录伐桩萌芽情况后,选择晴好天气进行

1993—12—29 收稿。

高 健讲师(安徽农业大学 合肥 230036);程淑婉,夏民洲,叶镜中(南京林业大学)。本文由程淑婉执笔。

\* 本项研究系国家自然科学基金资助项目。下蜀林场马山林工程师协助野外调查,南京大学分析中心协助分析,特此致谢。

一次光照强度与地表温度的全天(8:00~14:00)每两小时一次的测量。采用美国制造的MODELL1-185B型照度计测定光照强度,然后立即记录地表温度。

1.2.2 内源激素的提取分离和纯化 主要参照丁静等<sup>[5]</sup>的方法进行内源激素的提取分离,纯化参照袁朝兴等<sup>[6]</sup>方法并略加改进,即用 Sep-park C<sub>18</sub>柱纯化样品提取液时,改变甲醇和水的比例通过 C<sub>18</sub>柱。取大小杉芽均匀混和后随机取 10 g 测试(重复 2~3 次)。

1.2.3 内源激素标样回收率测定 为保证试验结果的可靠性,以定量分析用的各种内源激素标样,经同样纯化步骤后,送进高压液相色谱仪(HPLC)检测,回收率平均 785 mg/g。供试的生长素(IAA)、赤霉素(GA<sub>3</sub>)、玉米素核苷(ZR)、异戊烯基腺苷(IPA)是美国 Sigma 公司的产品,脱落酸(ABA)为瑞典 Fluka 公司产品,玉米素(ZT)是上海东风化学试剂厂产品。

1.2.4 内源激素的鉴定 取 Sep-park C<sub>18</sub>柱纯化后的试样 2 mL,以高压液相色谱法(HPLC)检测其激素成分。所用色谱仪是美国 Waters 公司生产的,具备 490 型多功能可变波长检测器,色谱柱为 0.40 cm×30.0 cm 的不锈钢柱,以 Ubind park C<sub>18</sub>为反相色谱填料。测定 IAA,GA<sub>3</sub> 和 ABA 时,选用 MeOH:KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>:NaOH=45:100:2.8,KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>,NaOH 浓度均为 0.06 mol/L。检测波长,对 IAA 为 280 nm,对 GA<sub>3</sub> 为 204 nm,对 ABA 为 250 nm。测定 CTK 时,选用 MeOH:HAC(浓度为 10 mg/L)=40:60,流速 1.0 mL/min,采用梯度洗提法。激素种类根据外标的保留时间确定,有时还采用峰高增加法及双柱法验证<sup>[7]</sup>,外标法定量。

## 2 结果与讨论

### 2.1 不同处理下伐桩的休眠芽始萌发动态

3 种处理,使得杉木伐桩及其周围微域环境分别处于不同的太阳辐射强度条件下,因而地表温度也有明显差异,如表 1 所示。

表 1 不同处理下的光照强度、地表温度和杉木伐桩累积萌芽数

| 处理  | 光照强度(10 <sup>4</sup> lx) |      |      |      |      | 地表温度(℃)   |      |      |      |      | 累积萌芽数<br>(个/桩)<br>4~6月<br>(约 50 d) |
|-----|--------------------------|------|------|------|------|-----------|------|------|------|------|------------------------------------|
|     | 观测日期(月-日)                |      |      |      |      | 观测日期(月-日) |      |      |      |      |                                    |
|     | 4-19                     | 4-25 | 5-10 | 5-25 | 6-10 | 4-19      | 4-25 | 5-10 | 5-25 | 6-10 |                                    |
| 全光照 | 6.4                      | 6.5  | 6.6  | 6.8  | 7.2  | 20.6      | 27.5 | 31.5 | 39.8 | 43.4 | 71.8                               |
| 半遮荫 | 2.5                      | 2.6  | 3.1  | 2.8  | 3.5  | 16.0      | 19.8 | 24.9 | 32.6 | 36.7 | 101.4                              |
| 全遮荫 | 0.07                     | 0.07 | 0.07 | 0.08 | 0.09 | 11.3      | 16.7 | 20.8 | 25.9 | 30.7 | 57.2                               |

观察结果还表明,在不同处理的杉木伐桩上,休眠芽初始萌发的时间并不一致,参见图 1。全光照处理的伐桩休眠芽萌发最早,4月17日就开始萌发;半遮荫处理居中,4月27日开始萌发,两者相差 10 d;全遮荫处理最迟,直到 5月4日才开始萌发,与全光照处理相差 17 d,与半遮荫处理相差 7 d。从图 1 还可看到,全光照处理的萌芽量于 5月上旬达到高峰,日均萌芽数为 3.8 个/桩,至 6月上旬减少到 0.2 个/

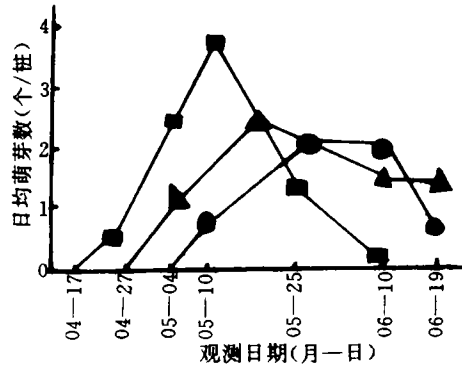


图 1 日均萌芽数的变化曲线

■全光照;▲半遮荫;●全遮荫(下同)

桩,渐趋停止;半遮荫处理于5月中旬达到高峰,日均萌芽数为2.2个/桩,至6月中旬仍保持1.5个/桩;全遮荫处理则迟至5月底到6月上旬才出现高峰,日均萌芽数为2.0个/桩,到6月中旬末下降到0.5个/桩,但仍未停止。萌芽持续期各处理下均为50 d左右,各处理间差异不大。每个桩日平均萌芽数的差别以半遮荫处理的最小(见图1),而累计萌芽数却以半遮荫处理的为最高(见表1)。

3种不同处理下杉木伐桩所接受的光照强度差别很大,但都有休眠芽萌发,甚至在全遮荫条件下,4~6月的累计萌芽数量最多(见表1)。这说明杉木休眠芽能否萌发与光照强度无直接关系,即光照对休眠芽萌发并未起直接的刺激作用。适当遮荫反而更有利于休眠芽萌发。从表1也可见,遮荫与否导致地温发生差异,各处理的地表温度为全光照大于半遮荫又大于全遮荫。结合图1可看出,4月17日只有全光照处理伐桩休眠芽开始萌发,此时白天平均地表温度为20.6℃;全遮荫处理下的伐桩到5月4日才开始萌发,当时地表温度刚上升到19.96℃;半遮荫处理下休眠芽4月27日开始萌发,当时地表温度为20.86℃。由此认为,伐桩休眠芽初始萌发所要求的临界地表温度(白天平均值)为20℃左右。地表温度对休眠芽萌发的影响可能与伐桩及根系的生理活动有关。地温过低,伐桩和根系生理活动极微弱,只有达到临界地温时,生理活动才开始明显加强,体内物质合成、转化和运输才能正常进行,同时根内还能合成细胞分裂素等内源激素及一些复杂的含氮有机化合物<sup>[8]</sup>,从而满足萌发所需的激素、养分和水分。

## 2.2 不同时期杉木伐桩萌芽中的内源激素状况

植物内源激素与植物的休眠和休眠的解除有密切关系,这已为许多研究所证实。不同种类的内源激素在植物生长发育过程中有不同的作用,且不同种类之间有交互作用<sup>[9]</sup>。这里主要探讨萌发的杉木休眠芽内源激素种类和含量变化对休眠芽萌发过程的影响。

**2.2.1 杉木休眠芽萌发期间生长素(IAA)和脱落酸(ABA)的动态** 在4月30日对全光照、半遮荫处理,5月10日、5月25日、6月9日对所有3种处理,以及6月19日对半遮荫、全遮荫处理的萌芽样品,进行内源IAA测定。结果发现,仅在4月30日测定的全光照及半遮荫处理、以及在5月10日测定的全遮荫萌芽内,检测到IAA的存在;4月30日测定的全光照、半遮荫萌芽内IAA的含量分别为0.00776及0.01299 μg/gFw;5月10日测定的全遮荫的萌芽内,IAA含量虽略高于以上两种试样但也仅为0.28813 μg/gFw。可见其含量均甚微,而且与光照、温度、累计萌芽数等数据均无显著相关性(表1)。从图2可见,3种处理下的萌芽内都含有ABA,但其最大值也不超过1.0 μg/gFw。在3种处理条件下,杉木休眠芽的初始萌发期ABA含量都低,随着地温的升高,休眠芽的继续萌发及根系代谢活动的逐渐加强,ABA在低含量范围内有波动。杉木萌芽中IAA和ABA含量均很低,看来它们对休眠芽的萌发影响不大,但它们的出现可能起着各种激素的平衡作用。

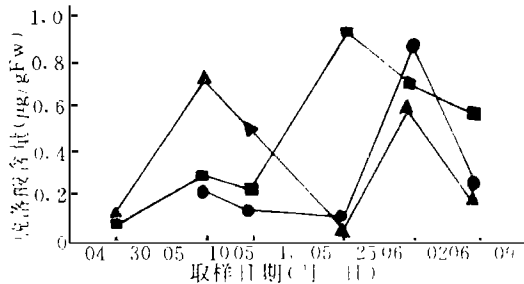


图2 脱落酸(ABA)含量随时间变化曲线

**2.2.2 杉木休眠芽萌发期间玉米素(ZT)的动态** 休眠芽萌发期间不同处理条件下芽内ZT含量的变化见图3。从图中可见,在休眠芽初始萌发时期,3种处理条件下的ZT含量都高,但

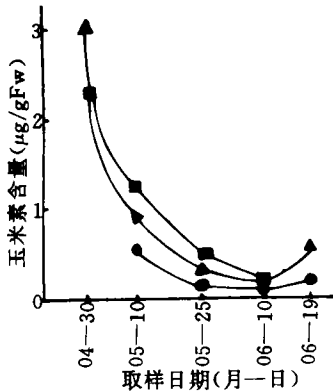


图3 玉米素(ZT)含量随时间变化曲线

随着休眠芽的持续萌发和累计萌芽数的增加,其含量递降,表现为变形双曲线函数关系,3条曲线均呈同样趋势,只是全遮荫条件下变化速率小于半遮荫和全光照。3条曲线相比,全遮荫处理的ZT含量最低,半遮荫与全光照处理其含量水平虽互有高低,但总的趋势仍是以全光照处理下最高。特别是5月上旬至中旬期间各处理的日均萌芽数多少与ZT含量高低的序列是一致的。Yamaynch等<sup>[10]</sup>曾指出,ZT是休眠芽初始萌发的一种先决条件,有助于细胞分裂,Domanki和Kozlowski<sup>[11]</sup>发现香脂杨(*Populus koreana* Rehd.)在休眠打破时细胞分裂素活性增加,在萌发后不久达最大,然后下降,本项研究也证实在杉木伐桩萌芽内ZT含量与休眠芽萌发的密切关系。另外,对照表1与图3,可见在各处理条件下,不同时期采集的杉木萌芽内的ZT含量

与地表温度之间有负相趋势,全光照、半遮荫、全遮荫处理条件下的相关系数分别为-0.955,-0.913和-0.933,说明随着地温的升高,杉木伐桩萌芽内的ZT含量下降,日均萌芽数也相应降低(图1)。

2.2.3 杉木休眠芽萌发期间赤霉素(GA<sub>3</sub>)的动态 杉木休眠芽萌发期间不同处理条件下GA<sub>3</sub>的变化见图4。从中可见,杉木休眠芽在整个采样期间,不论遮荫程度如何,均可测得内源GA<sub>3</sub>的存在,其中以半遮荫处理的峰值最高;全遮荫处理的峰值最低,变幅最小;全光照处理的峰值介于半遮荫与全遮荫两者之间,但变幅最大。3种处理条件下GA<sub>3</sub>呈现相同的变化趋势,只是达到峰值的时间不同(表1)。同时,这些峰值出现时间与各处理条件下休眠芽的日均萌芽数达到高峰的时间基本上相吻合,即GA<sub>3</sub>含量高则休眠芽萌发的数量多,反之则少(图1)。由此可见GA<sub>3</sub>对杉木休眠芽的破除有重要的促进作用,休眠芽萌发的数量在一定程度上受到GA<sub>3</sub>含量的影响。

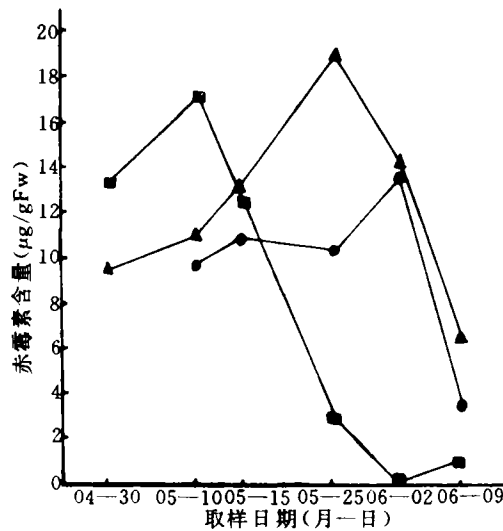


图4 赤霉素(GA<sub>3</sub>)含量随时间变化曲线

### 3 结语

综上所述,杉木伐桩上休眠芽的萌发状况与其内源激素的种类及数量的关系十分密切。在检测的IAA,GA,ZT,ABA 4种内源激素中,以GA<sub>3</sub>含量为最高,它相当于同一时期同一遮荫条件下ABA含量的20多倍,对伐桩的休眠芽破除休眠及持续萌发有重要的促进作用。ZT对伐桩休眠的始萌发也起着一定的促进作用。IAA对伐桩休眠芽的始萌发和持续萌发影响不大,ABA对休眠芽的萌发和停止萌发可能起着平衡和抑制作用。

## 参 考 文 献

- 1 叶镜中,姜志林.杉木休眠芽生物学特性研究.南京林业大学学报,1989,13(1):50~53.
- 2 郭祥胜.国外短轮伐期人工林的培育.林业科技通讯,1989,(1):1~3.
- 3 汪安琳,程淑婉.杉木萌芽中内源激素的研究.南京林产工业学院学报,1982,18(2):21~28.
- 4 程淑婉,姜紫荣,杨伦.杉木萌芽中内源细胞分裂素的分离鉴定.林业科学,1987,23(1):79~84.
- 5 丁静,沈镇德.植物内源激素的提取分离和鉴定.植物生理学通讯,1979,(2):27~39.
- 6 袁朝兴,沈镇德,商慧琛.Pvp,C<sub>18</sub>柱和 Sephadex LH-20 在激素纯化中的应用.植物生理学通讯,1988,(6):55~58.
- 7 朱明华.仪器分析.北京:高等教育出版社,1990.15~60.
- 8 Harrington C A. Factors influencing initial sprouting of redalder. Canada J. For. Res.,1984,(4):357~361.
- 9 希尔 T A(江洪,张永平译).内源植物生长物质.北京:科学出版社,1986,25~30.
- 10 Yamanch I Yokota, Yosshita S, Takahaski N. Hight performancy liquid chromatography of conjugated giberellins. Phytochemistry,1979,18:1699~1702.
- 11 Domanski R,Koziwoski T T. Variation in kinetinlike activity in buds of *Betula* and *Populus* during release from dormancy. Can. J. Bot., 1968,46:397~403.

## Status of Endogenous Hormones from Sprouting Dormant Bud of Chinese Fir Stump

Gao Jian Cheng Shuwan Xia Minzhou Ye Jingzhong

**Abstract** In the Chinese fir slash area of the Xiashu Forest Experimental Centre, 3 treatments of varied shading conditions (including full exposure, half shade and full shade) were conducted over the newly felling stumps in the late winter. From spring to early summer the sprouting processes of dormant buds were observed and the sprouted bud samples were collected for hormone analyses periodically. It was shown that the dormant buds on the stumps of Chinese fir began to sprout when the ground surface temperature rose up to around 20 °C, and their sprouting amounts were closely related to the kinds and quantities of endogenous hormones within them. In all treatments the curves of GA<sub>3</sub> contents in the sprouting buds collected on various dates were the single-peak curves of the same shape, only the time needed for the peak values to appear were different in different treatments. Nevertheless, in all treatments the peak values of GA<sub>3</sub> content appeared at the time when the ground surface temperature reached 30.7~32.6 °C, and were mainly in accordance with the dates when the daily sprouting amounts of bud in the treatments reached their peak points respectively. Thus it can be seen that GA<sub>3</sub> exerted a great influence to break the dormancy of bud and to promote the continuous sprouting from the Chinese fir stump. ZT also play a part in facilitating the beginning of sprouting, while the contents of ABA and IAA were very low and unimportant for sprouting.

**Key words** Chinese fir, sprouting from stump, endogenous hormones

---

Gao Jian, Lecturer (Anhui Agriculture University Hefei 230036); Cheng Shuwan, Xia Minzhou, Ye Jingzhong (Nanjing Forestry University).