

## 板栗花芽分化和花序生长过程中的内源激素含量变化

季志平, 魏安智, 吕平会\*, 何佳林, 管丽娟

西北农林科技大学林学院, 陕西杨凌 712100

**摘要:** 在板栗花芽分化期间, 易于形成雌花上部芽含有较高的 ZT、GA 和较低的 ABA; 下部芽则基本相反。在前 2 个分化期, 上部芽的 IAA 含量均比下部芽的低, 但进入第三分化期, 尤其是随着萌芽期的到来, 上部芽的 IAA 含量迅速急剧上升, 远远超过下部芽。在花序生长期, 1、2 花序基部保持较高的 ZT 和 GA 水平, 1、2 花序顶部和 5、6 花序则保持较高的 IAA 和 ABA 水平。

**关键词:** 板栗; 花芽; 花序; 内源激素

## Changes in Endogenous Hormone Contents during Flower Bud Differentiation and Inflorescence Growth of Chestnut (*Castanea mollissima* Bl.)

Ji Zhi-Ping, Wei An-Zhi, Lü Ping-Hui\*, He Jia-Lin, Guan Li-Juan

College of Forestry Sciences, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China

**Abstract:** During flower bud differentiation phase of chestnut (*Castanea mollissima*), the upper buds that female flower can be easily formed kept higher level of ZT and GA, and lower level of ABA, while the lower buds were almost on the contrary. The IAA level of upper buds was lower than lower buds in the prophase of differentiation, but when it reached 3rd differentiation phase, the IAA content in upper buds was much higher than that in lower buds. During inflorescence growth, the basal parts of 1, 2 inflorescences kept higher levels of ZT and GA, but the tops of 1, 2 inflorescences and 5, 6 inflorescences kept higher levels of IAA and ABA.

**Key words:** chestnut (*Castanea mollissima*); flower bud; inflorescence; endogenous hormone

一般来说, 板栗雌花量不足, 雄花量过大, 雌雄花比例通常为 1:2000~1:3000, 雌雄花序之比为 1:5 (吕平会等 1999)。雄花过多消耗太多的树体营养, 因此, 如何控制板栗花的性别分化, 调节雌雄花比例以提高产量是生产中急需解决的一个问题(夏仁学 1996)。采用植物生长调节剂控制板栗生长、花芽分化及其结实的报道很多(杨其光等 1982; 丁宝堂等 1996; 周志翔等 2000; 吕守芳等 2003), 但关于板栗内源激素含量变化的实验分析和系统研究尚少, 人们对这方面的认识还不十分清楚(Hoad 1984), 从而影响了激素调控试验设计的合理性, 加上研究方法又不统一, 所以常常出现一些相互矛盾的试验结果。

本文试图通过分析板栗花芽分化和花序生长期内源激素含量的变化, 以求能为生产中正确采用外源激素合理调控板栗雌雄花之间比例时参考。

### 材料与方法

板栗(*Castanea mollissima* Bl.)取自于我校板栗

试验生产基地, 基地位于宝鸡市陈仓区坪头镇安坪村, 年平均温度 12.09℃, 年日照时数 1925.2 h, 年降雨量 619.1 mm, 海拔 735 m, 土壤 pH 值为 6.8, 土壤有机质含量为 7.6 g·kg<sup>-1</sup>, 全氮为 530 mg·kg<sup>-1</sup>, 速效磷 7 mg·kg<sup>-1</sup>, 速效钾 85 mg·kg<sup>-1</sup>。板栗品种‘镇安 1 号’由实生砧木嫁接而成, 树龄 8 年, 树高 3 m, 地径 13.6 cm, 株行距 3 m×4 m。每年秋冬季施基肥, 冬季按常规修剪, 呈自然开心形。

试验在 2005~2006 年度进行。选择生长正常、树势和立地条件基本一致的树取样。样品类型包括结果母枝顶部芽体和花序。结果母枝顶部芽体从新梢上采集, 分上部芽和下部芽, 每次各取 8 个。分 3 个时期取样: 2005 年 6 月 15 日~8 月 14 日、10 月 5 日~12 月 4 日、2006 年 3 月 10

收稿 2007-03-26 修定 2007-07-02

资助 国家“十一五”攻关项目(2006BAD18B0202)。

\* 通讯作者(E-mail: zhipingji@126.com; Tel: 029-87032750)。

日~4月9日,前2个阶段每隔10d取样1次,第3个阶段每隔5d取样1次。花序取样时间在2006年5月1~22日,样品自顶向下分1、2花序和5、6花序,每个花序再分为基部(雌花部分)和顶部(雄花部分)。每隔3d采样1次,每次采样10个。

所有样品采集后立即装入冰壶中,迅速带回实验室。经清洗、分割、分类后置入液氮中速冻2min后,放在-3℃的低温冰箱中保存。内源激素的提取和分析方法采用酶联免疫吸附测定法(enzyme-linked immunosorbent assay, ELISA)(吴颂如等1988),检测读数用DG3022A型酶联免疫检测仪(南京华东电子管厂制造),检测波长为490nm。试剂盒和酶标板都由陕西省经济植物重点实验室提供(西安试剂厂生产)。测定4种内源激素:玉米素(ZT)、赤霉素(GA)、吲哚乙酸(IAA)、脱落酸(ABA)。激素含量皆在鲜重(FW)下测定。采用Excel统计软件分析数据。

## 实验结果

### 1 花芽分化期间的板栗芽中内源激素含量变化

板栗花芽分化要经历3个时期,本文称之为第一分化期、第二分化期和第三分化期。图1~3分别是板栗花芽在3个分化期中内源激素含量的变化。

由图1可以看出:在第一分化期,上部芽的ZT含量高于下部芽,并在7月25日出现一个峰值;下部芽的ZT含量始终保持较低水平。上部

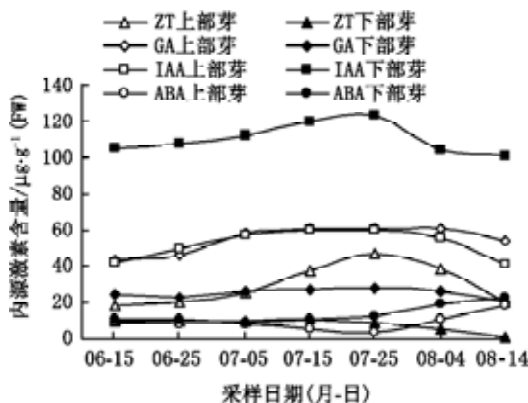


图1 第一分化期的板栗花芽中内源激素含量变化  
Fig.1 Changes in endogenous hormone contents in flower bud of chestnut during the first differentiation phase

芽的GA含量一直保持较高水平,最低值也有 $43.56 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  (FW);下部芽的GA含量则一直在 $20.23\sim 26.85 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  (FW)之间变化。上部芽的IAA含量比下部芽的低,上部芽中IAA含量在 $60.48 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  (FW)水平以下;下部芽中IAA含量保持在 $101.26 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  (FW)水平以上。上部芽中ABA含量在7月25日降至低值;下部芽中ABA含量相对呈缓慢上升趋势。

由图2可以看到:在第二分化期,上部芽的ZT含量在11月4日达到第2个峰值,后又逐渐下降;下部芽的ZT含量仍处在较低水平上。上部芽的GA含量仍保持较高水平,并在11月4日出现一个峰值;下部芽的GA含量则从 $15.46 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  (FW)逐渐下降至 $4.53 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  (FW)。上部芽的IAA含量仍然比下部芽的低,下部芽的IAA含量在11月14日之后陡降,至12月4日与上部芽的IAA含量基本持平。上部芽中ABA含量比下部芽中的低,但变化趋势基本一致。

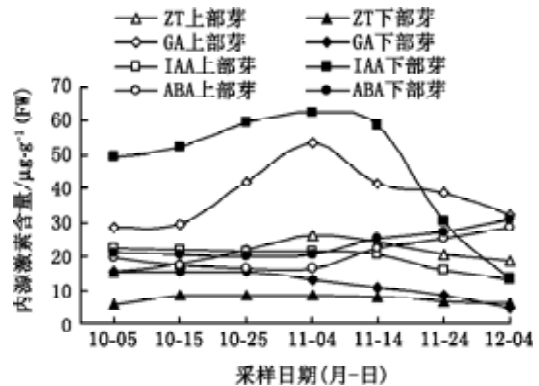


图2 第二分化期的板栗花芽中内源激素含量变化  
Fig.2 Changes in endogenous hormone contents in flower bud of chestnut during the second differentiation phase

由图3可以看出:在第三分化期,上部芽的ZT含量在3月10~25日缓慢上升之后,至3月30日开始较快上升,4月9日达到峰值;下部芽在较低水平上缓缓上升,至4月9日达到最高值。上部芽的GA含量缓慢上升之后,3月25日急剧上升,4月9日达到最高值;下部芽的GA含量一直处于较低水平。随着萌芽期(3月30日)的到来,上部芽中IAA含量迅速上升,4月9日升到高峰;下部芽中IAA含量则维持在较低水平。上

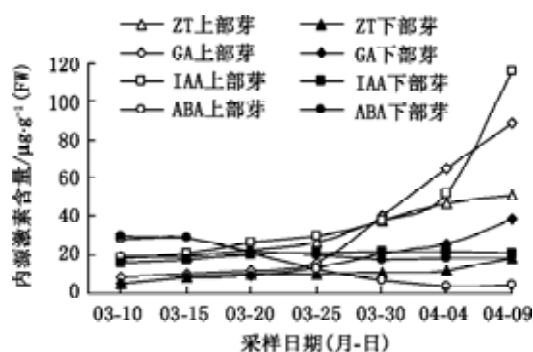


图3 第三分化期的板栗花芽中内源激素含量变化  
Fig.3 Changes in endogenous hormone contents in flower bud of chestnut during the third differentiation phase

部芽和下部芽中ABA含量均随芽的休眠结束而下降, 上部芽比下部芽下降幅度更大。

总之, 在整个花芽分化期, 上部芽的ZT和GA含量一直高于下部芽, 而下部芽的ABA含量则高于上部芽。IAA的含量变化较为复杂, 在前2个分化期, 上部芽的IAA含量均比下部芽的低, 但进入第三分化期后, 上部芽的IAA含量迅速急剧上升, 远远超过下部芽。

#### 2 花序生长期间的内源激素含量变化

如图4所示:(1) 1、2花序的ZT含量在前7d维持在较低的水平上, 与5、6花序差别不大, 5月7日之后, 1、2花序的ZT含量逐步上升, 至5月22日达到峰值, 而5、6花序的ZT含量一直在21.33~23.64  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ (FW)之间, 变幅很小;

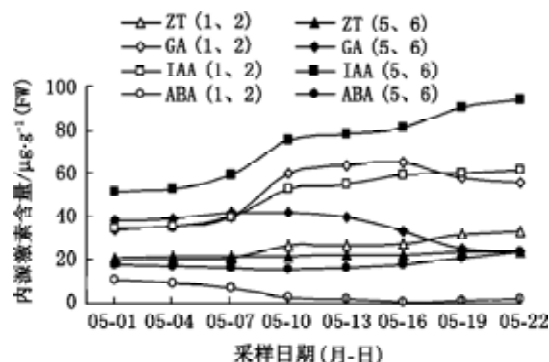


图4 花序生长期间1、2花序和5、6花序中内源激素含量变化

Fig.4 Changes in endogenous hormone contents of 1, 2 inflorescences and 5, 6 inflorescences during inflorescence growth

(2) 1、2花序的GA含量一直高于5、6花序, 并在5月16日出现极高的峰值, 5、6花序在较低的水平上略有上升之后即缓慢下降至最低值;(3) 1、2花序的IAA含量较低, 最大值也只有61.25  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ (FW), 而5、6花序有3次明显的上升, 最高值达到94.35  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ (FW);(4) 1、2花序的ABA含量一直低于5、6花序, 并持续下降至最低值0.85  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ (FW), 而5、6花序在后期有缓慢上升趋势。

图5的结果表明:(1)花序顶部无雌花部位的ZT含量低于基部着生雌花的部位, 且呈缓慢下降趋势;(2)顶部的GA含量水平低于基部, 但变化趋势与基部相似;(3)顶部的IAA含量高于基部, 呈上升趋势, 最高值可达到103.35  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ (FW);(4)顶部的ABA含量在5月16日之前与基部一样呈缓慢下降趋势, 之后较明显上升。

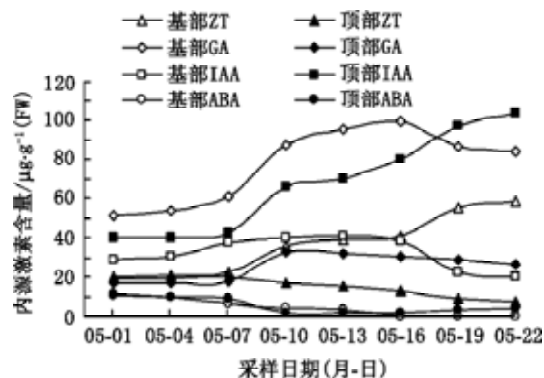


图5 花序生长期间1、2花序的基部和顶部内源激素含量变化

Fig.5 Changes in endogenous hormone contents in basal part and tops of 1, 2 inflorescences during inflorescence growth

## 讨论

板栗花芽分化是一个复杂过程, 李中涛和郎丰华(1964)认为, 板栗花芽分化从新梢抽生开始, 至次年春季前开花, 分化期长达10个月, 板栗雄花序主要在芽形成的当年6~8月分化, 混合花序在冬季休眠后至萌芽前分化, 雌花序是在已经分化有雄花序的芽内进行的, 始于次年3月份。一般正常果枝(一次果枝)5~15节之间都有雄花序, 雌花序一般只着生在其上部的1~3个雄花序内(夏仁学等1998), 所以, 上部芽比下部芽容

易形成雌花。

在花芽分化过程中,板栗花芽内源激素含量也呈规律性变化。本文结果表明:较高的ZT、GA含量和较低的ABA含量出现在易分化出雌花序的上部芽中;在不易分化出雌花序的下部芽中则表现出较高的ABA含量和较低的ZT、GA含量。值得注意的是,在前2个分化期,上部芽中IAA含量均比下部芽中的低,但进入第三分化期后,尤其是随着萌芽期(3月30日)的到来,上部芽中IAA含量急剧迅速上升。一般认为,高水平IAA具有抑制雌花分化的作用,而认为是容易形成雌花的上部芽中IAA含量却急剧迅速上升,这是否说明,板栗在进化过程中,雄花量大和雌花量小的个体或群体都保留了下来,于是在自然界中,雄花量小的个体就很少见到。从系统进化来说,这种现象的形成是否是雌花分化期间上部芽中IAA含量突然上升的结果,尚待进一步研究。

本文中的板栗‘镇安1号’的混合花序从结果母枝上部向基部是减少的,且雌花一般着生在先端1~3个花序上;在混合花序内,雌花产生于花序基部。而本文的结果显示:在易产生雌花的部位其ZT、GA含量均较高,不易产生雌花序的部位则IAA、ABA含量较高。说明较高含量的ZT、GA有利于雌花序生长,较高含量的IAA、ABA则有利于雄花生长。

板栗花芽分化有一定的可调控性。从生产中的丰产目的出发,可以采用各种园艺方法控制板栗雄花量以提高雌花量。探讨板栗中内源激素在

性别分化过程中的作用机制是人工控雄促雌技术的基础。尽管采用植物生长调节剂控制板栗性别分化的研究已不少,但有关板栗中内源激素控雄促雌之间的准量关系尚不清楚,再加上与此问题有关的品种、树龄、营养水平、环境条件和管理方法等方面的因素,至今对此还未能形成一致的结论,因而能够指导板栗生产的行之有效的技术极少,所以今后应继续加强这方面的研究。

### 参考文献

- 丁宝堂,董志梅,尹春云(1996).多效唑在板栗上的应用研究.林业科技通讯, (4): 28~29
- 李中涛,郎丰华(1964).栗芽发育特性的研究.园艺学报, 3 (4): 17~30
- 吕平会,李龙山,何佳林,鲁周民,齐荣水(1999).中国板栗生产与加工.西安:陕西人民教育出版社, 18~21
- 吕守芳,闫爱玲,王贵禧(2003).植物生长调节剂对板栗生长、性别分化和结蓬的影响.林业科学研究, 16 (5): 642~645
- 吴颂如,陈婉芬,周燮(1988).酶联免疫法(ELISA)测定内源植物激素.植物生理学通讯, (5): 55~57
- 夏仁学(1996).果树花性别分化的生理基础.植物生理学通讯, 32 (5): 396~400
- 夏仁学,徐娟,李国怀,马梦亭(1998).板栗的开花结果习性与性别表现.武汉植物学研究, 16 (2): 154~158
- 杨其光,任中立,杜国华(1982).植物激素和尿素对板栗性别表现的影响.林业科学, 18 (3): 323~328
- 周志翔,徐永荣,王鹏程,徐向阳,汪长江(2000).几种化学调节剂及其组合对板栗雌花数量及结实性能的影响.林业科学研究, 13 (2): 153~159
- Hoad GV (1984). Hormonal regulation of fruit-bud formation in fruit trees. Acta Hort, 149: 13~23