

文章编号: 100F 1498(2001) 01 0106 04

银杏种子生长、脱落及其与内源 激素含量变化的关系*

王 建¹, 王九龄¹, 魏 刚¹, 辛学兵²

(1. 北京林业大学 森林资源与环境学院, 北京 100083; 2. 中国林业科学研究院 林业研究所, 北京 100091)

关键词: 银杏; 生长; 激素; 种子

中图分类号: S718.43 文献标识码: A

关于激素在果实生长发育过程中的作用, 前人曾进行过大量的研究, 并取得了许多宝贵的成果^[1,2], 而对银杏(*Ginkgo biloba* L.) 种子的相关研究却很少。银杏作为一种古老的裸子植物, 其种子的生长发育与一般的裸子植物又有不同, 它的胚珠直接着生在短枝上, 没有了一般裸子植物的球果构造, 从表面上看很类似于杏(*Armeniaca* spp.)、桃(*Amygdalus* spp.) 等的生长发育过程。本文从分析银杏种子生长发育的一般特点出发, 研究了银杏种子生长发育与内源激素含量的关系, 旨在探索银杏种子生长发育的一般规律, 为银杏种子生产提供理论指导。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验样品取自北京林业大学校园内银杏行道树, 约 35 年生, 平均树高 12.8 m, 平均胸径 24.7 cm, 株距 5.5 m, 平均冠幅 6.5 m(东西) × 6.3 m(南北), 生长状况良好, 无人为管理。

1.2 样品采集

根据银杏种子的生长特点, 前期分别在盛花期(4月21日)、授粉后 10 d(第 1 次落种高峰)、5 月底(第 2 次落种高峰) 取样, 以后每月采样 1 次。采样时间在早晨 7:00~ 8:00, 每次随机选取 5~ 6 株树, 分别不同方位和部位采集, 采后及时进行处理测定。

1.3 测定方法

精确称取新鲜样品 1~ 3 g, 在研钵中剪碎并加 80% 冰甲醇 10 mL, 研细后转至 150 mL 三角瓶中, 再加 20 mL 80% 冰甲醇后加塞, 在超声波内振荡 2 h(其间不断加入冰块, 保证温度低于 4℃) 过滤, 滤渣中加入 20 mL 80% 冰甲醇, 摇匀后放置冰箱过滤, 然后合并滤液, 再进行过滤。

取 10 mL 滤液通过 Sep par C₁₈ 小柱, 弃去滤出液, 用 20 mL 乙腈冲洗 Sep par C₁₈ 小柱, 收集洗出液, 经 0.45 μm 滤膜过滤后, 清液上 HPLC 分析。

收稿日期: 1998 07 08; 修回日期: 2000 09 30

基金项目: 林业部经济林长效复合肥料研制项目资助(950701)

作者简介: 王建(1967), 男, 江苏丰县人, 博士。

* 本文样品由中国林科院森林生态环境与保护研究所分析室分析测定。

测定 GA₃、IAA 和 ABA 的色谱条件:Novapak C₁₈(0.4 cm × 15 cm) 柱,以 40% CH₃OH-15% CH₃CN-45% H₂O(用 H₃PO₄ 调 pH = 4) 为流动相,流速 0.7 mL·min⁻¹,检测器为 UV254 nm × 0.1 AUFS。测定 ZT(玉米素)、ZR(玉米素核苷)的色谱条件:Novapak C₁₈(0.4 cm × 15 cm) 柱,以 15% CH₃CN-25% CH₃OH-60% H₂O(用 H₃PO₄ 调 pH = 3.5) 为流动相,流速 0.7 mL·min⁻¹,检测器为 UV254 nm × 0.1 AUFS。

2 结果与分析

2.1 银杏种子内源激素含量的季节变化

银杏胚珠正常授粉后生长发育迅速,整个过程具有明显的规律性,种子纵径、横径及体积均呈“S”形变化^[3]。随着种子的生长发育,各种激素含量呈季节性变化(图 1)。GA₃ 在整个生长季有两次高峰,分别出现在授粉后 10 d 和 7 月上旬,含量值分别为 0.40 μg·g⁻¹ 和 0.38 μg·g⁻¹,5 月底显著降低,从 7 月份以后呈稳定降低趋势,到成熟时已检测不到。IAA 的情况与 GA₃ 基本一致,唯其第 1 个高峰值出现在盛花期(授粉期),授粉后含量反而急剧降低,其含量已经检测不到,这与温州蜜柑(*Citrus reticulata* Blanco)的情况是一致的^[4],这多少说明 IAA 促进幼种生长的作用不大,7 月上旬为第 2 次峰值,此后逐渐降低直到种子成熟。两次高峰期含量分别为 0.23 μg·g⁻¹ 和 0.32 μg·g⁻¹。ABA 的含量变化正好与 GA₃ 相反,在授粉期 ABA 就已具有较高的水平,浓度为 0.35 μg·g⁻¹,受粉后水平迅速降低,到 7 月初时已不能检测到,以后随种子逐渐成熟,含量又开始上升,到成熟时达到最高水平,浓度为 0.42 μg·g⁻¹,银杏种子中 ABA 含量的这种变化,与袁荣才、黄辉白在荔枝(*Litchi chinensis* Sonn.) 上所见到的情况一致^[1]。ZT(玉米素)和 ZR(玉米素核苷)两种细胞分裂素在银杏种子中都能检测到,主要出现在盛花期和种子膨大期,在检测到的几次中,受粉后 ZR 的水平较高,浓度为 0.35 μg·g⁻¹,而 ZT 在 7 月底有一个高水平,浓度为 0.23 μg·g⁻¹,到 8 月初时降为 0.05 μg·g⁻¹。

2.2 内源激素与种子生长发育的关系

早已证明植物种子含有较多的生长素、赤霉素和细胞分裂素,它们起着养分调运中心的作用^[5-7],激素类物质能促进果实的发育也已是公认的事实。银杏在盛花期授粉前 IAA、ABA、ZR、GA₃ 都处在一个较高的水平,授粉后 ZR、IAA 和 ABA 水平迅速降低,但 GA₃ 的含量却显著升高,这表明授粉作用刺激了种子中 GA₃ 含量的增加,抑制了 ABA 的水平(表 1)。花粉对胚珠的这种刺激作用是由于花粉本身含有大量的

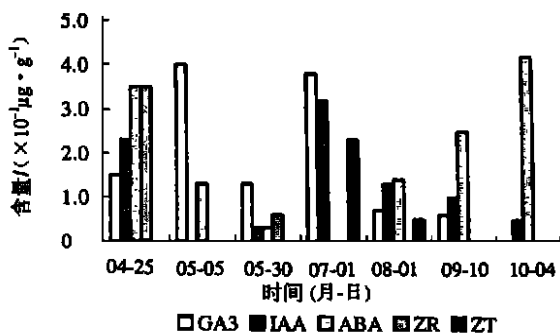


图 1 银杏种子内源激素含量随季节的变化

的生长激素,对银杏花粉中内源激素含量的测定表明,银杏花粉中 IAA、GA₃ 和 ZR 都处于很高的水平,浓度分别为 0.26 μg·g⁻¹、0.30 μg·g⁻¹ 和 0.26 μg·g⁻¹。在以 GA₃ 为主的生长促进类物质的作用下,种子开始迅速生长,从 5 月初到 5 月底,种子的横、纵径分别增加了 0.79 cm 和 0.73 cm。解剖观察结果表明,种子前期的生长主要是珠被细胞的不断分裂和细胞数量的增加,这一时期种子横径的生长明显快于纵径的生长。由于这一时期 GA₃ 的含量最高,由此推测 GA₃ 在银杏种子中也有促进细胞分裂的作用。6 月初以后 GA₃、IAA 和 ZR 逐渐升高直到 7 月初达

表1 银杏种子的生长过程与内源激素的关系

采样时间 (月-日)	纵径/cm	激素含量/($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)		
		GA ₃	IAA	ABA
04-25	0.16	0.15	0.23	0.35
05-05	0.50	0.40	—	0.13
05-30	1.01	0.13	0.03	0.03
07-01	2.80	0.38	0.32	—
08-01	2.91	0.07	0.13	0.14
09-10	2.96	0.06	0.10	0.25
10-04	2.92	—	0.05	0.42

到最高值,而ABA的水平却不断降低。与此同时,种子生长进入另一个速生期,从6月初到7月初种子的纵、横径分别增加了1.79 cm和1.04 cm,纵径大于横径,在3种激素的共同作用下,细胞分裂和伸长、膨大同时进行。7月中旬以后种子的体积增长逐渐趋于停止,GA₃、IAA和ZT(这时细胞分裂素开始以ZT为主)的含量也随之不断降低。但在近3个月的时间里,GA₃和IAA始终维持一定的水平,它们的存在既抑制了种子的衰老,又确保了种子作为营养“库”的地位,有利于有机

营养物质的积累。与此相对应ABA含量却一直呈上升的趋势,说明ABA起着抑制种子生长和促进成熟的作用。

总之,GA₃、IAA和ABA在整个生长季的含量变化与种子的生长进程具有很好的一致性,这体现了种子生长发育和内源激素间相互作用、相互影响的关系,一方面激素控制着种子的生长,另一方面种子生长过程中又不断产生激素物质。

2.3 内源激素与落种的关系

银杏在生长季中主要有两个集中落种期,第1次出现在授粉后1~2周,从开始到结束约持续1~2周,其特点是珠柄变黄,胚珠带珠柄一起脱落,持续期较长。第2次出现在5月底6月初,脱落发生在种子和种柄之间,落种集中、持续时间短是其主要特征。Luckwill对苹果(*Malus pumila* Mill.)^[8]和Wright^[2]对黑醋栗(*Ribes nigrum* L.)研究后认为,在受精、胚乳发育和胚生长3个时期果实中含有大量激素,而在其间生长素低落时产生落果。银杏种子的情况也证明了这一点,在授粉期和胚乳发育期种子中各类生长素含量较高,而在其间如5月底时促进生长类激素含量相对较低时产生落种。

表2 落种高峰期正常种和落种的内源激素含量

采样时间 (月-日)	种子	激素含量/ $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$			
		GA ₃	IAA	ABA	ZR
05-05	正常种	0.40	—	0.13	—
	落种	—	—	0.64	—
05-30	正常种	0.13	0.03	0.03	0.06
	落种	0.13	0.06	0.09	0.06

表2是2次落种高峰期正常种和落种中内源激素含量的对比。表中数据表明落种期正常种子中GA₃、IAA和ZR等促进生长类物质含量较高,ABA含量相对较低,而落种中ABA含量较高,分别为 $0.64\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ 和 $0.09\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$,是正常种子的4.8和3.3倍,这表明落种与种子中激素含量密切相关,其中GA₃、IAA和ZR抑制落种,ABA导致落种。从形态发育情况看,正常授粉的种子,由于花粉的刺激生长迅速,体积不断增大,而即将脱落的种子则停止发育或生长缓慢。银杏物候期重叠的情况非常突出,种子的速生期也正是新梢、根、叶的迅速生长期,各器官对养分的竞争十分激烈;另外种与种之间也存在强烈的竞争,首先发育的种子对后来的种子有竞争优势,即所谓先行优势(Primigen dormancy),所有这些都可能造成部分种子因养分缺乏而落种。但实际情况究竟如何还需进行深入的研究。

3 结 论

盛花期银杏胚珠中 IAA、ZR、ABA 都具有较高的水平, GA_3 相对较低, 授粉后 GA_3 含量迅速上升, 而 IAA、ZR 和 ABA 都明显降低。细胞膨大期 IAA 和 ZT 又升高, 以后呈稳定降低的趋势, ABA 则逐渐升高直到种子成熟时达到最高值。

在银杏种子的生长过程中, GA_3 、IAA 和 ZR、ZT 促进种子膨大, ABA 促进种子成熟, IAA 和 ZR 抑制种子衰老, 促进养分积累。

银杏的落种与激素有关, ABA 促进种子脱落, GA_3 、IAA 和 ZR 抑制脱落。

参考文献:

- [1] 曾骥. 果树生理学[M]. 北京: 北京农业大学出版社, 1992. 222~ 234.
- [2] 李曙轩. 植物生长调节剂与农业生产[M]. 北京: 科学出版社, 1989. 140~ 151.
- [3] 王建, 王九龄, 辛学兵. 银杏种子生长特性及其生理变化的研究[J]. 应用生态学报, 2000, 11(4): 507~ 512.
- [4] 张上隆. 柑桔受粉处理和单性结实子房(幼果)内源 IAA、ABA 和 ZT 含量的变化[J]. 园艺学报, 1994, 21(2): 117~ 123.
- [5] Crane J C. The role of hormones in fruit set and development[J]. HortScience, 1969, 4: 108~ 111.
- [6] Gustafson F G. Auxin distribution in fruits and its significance in fruit development[J]. Amer Jour Bot, 1939, 26: 189~ 194.
- [7] Nitsch J P. Plant hormones in the development of fruits[J]. Quarterly Rev Biol, 1952, 27: 33~ 57.
- [8] Luckwill L C. Gibberellins and other growth hormones in apple seeds[J]. Jour Hort Sci, 1969, 44: 413~ 424.

Relationship between Endogenous Hormones with Growth and Drops in Ginkgo Seed

WANG Jian¹, WANG Jiu-ling¹, WEI Gang¹, XIN Xue-bing²

(1. College of Resources and Environment, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China;

2. Research Institute of Forestry, CAF, Beijing 100091, China)

Abstract: The relationship among growing process, drops and endogenous hormones contents on *Ginkgo biloba* seeds were studied. The results showed that the growing curve of seed is S shape. The period of seed expanding late from the beginning of May to the middle of July. There is a remarkable relation between seed growth and content of endogenous hormones in seeds. The contents of IAA, ZR and ABA are higher whereas GA_3 is lower in the period of flourishing florescence, then the content of IAA, ZR and ABA significantly decreased but GA_3 increases after pollination. In the period of seed expanding, the content of IAA and ZT gradually increases again, and reaches another peak at the beginning of July, then both of them steady decrease, but at the same time the content of ABA gradually increases until the seed ripe. In a word, the function of GA_3 , IAA, ZR and ZT seem to prompt the seed growth, whereas ABA concerns with seed mature and drops. There are two times drops of *Ginkgo biloba* seeds. The drops are related to hormones.

Key words: *Ginkgo biloba*; growth; endogenous hormones; seed