

龙眼内源激素变化和花芽分化及大小年结果的关系

黄羌维

(福建师范大学生物工程学院, 福州 350007)

摘要 本文探讨了隔年结果的龙眼花芽和营养芽内源激素在成花过程中的作用及其与结果大小年的关系。结果表明:大年树的细胞分裂素 iPA 明显地高于小年树,而 GA 和 ABA 含量明显低于小年树,说明细胞分裂素有利于龙眼花芽分化,GA 和 ABA 不利于花芽分化。龙眼大年树细胞分裂素和赤霉素的比值显著高于小年树。外施 PP₃₃₃ 能促进花芽分化,具有缩短花序、提高着果率和增加产量的作用。
关键词 龙眼; 内源激素; 花芽分化; 大小年结果

CHANGES IN ENDOGENOUS HORMONE CONTENTS IN RELATION TO FLOWER BUD DIFFERENTIATION AND ON-YEAR OR OFF-YEAR FRUITING OF LONGAN

Huang Qiangwei

(Bioengineering college, Fujian Normal University, Fuzhou 350007)

Abstract The paper reports the changes in endogenous hormones in buds of on-year and off-year trees of longan (*Dimocarpus longana* Lour. cv. Fuyan) during differentiation period. It was shown that isopentenyl adenine (iPA) content in flower buds of on-year tree was noticeably higher than that in vegetative buds of off-year tree, while the contents of GA and ABA were to the contrary. It indicated that iPA was advantageous, GA and ABA were unadvantageous to flower bud differentiation. The treatment of PP₃₃₃ promoted the flower bud differentiation, shortened the length of inflorescence and increased the yield of fruit.

Key words *Dimocarpus longana*; Differentiation of flower buds; Fruiting; Endogenous hormones

龙眼是我国名特优水果之一,福建种植面积和产量均居全国首位,但生产上存在着大小年结果和隔年结果现象,产量徘徊不前。其原因之一是由于龙眼枝梢顶端抽穗结果对侧芽营养生长有强烈的抑制性,导致在大年时不能适时抽发足够的营养枝作为翌年的结果母枝,或大年时虽有一定数量的营养枝,但不能进行花芽分化,致使翌年花量不足而成为小年结果^[1]。可见,具有一定数量的优质花芽才能避免龙眼大小年结果的发生。因此,研究龙眼花芽的分化及其调

本试验得到中国科学院上海植物生理研究所蔡可研究员的大力帮助,特此致谢。陈由强同志参加部分工作。

1995-04-03 收稿; 1995-10-04 修回

控, 在理论和生产实践上都是迫切需要解决的问题。

研究果树花芽分化已有百多年, 但迄今对花芽形成机理的认识仍相当肤浅^[2]。Hoad 等认为内源激素在果树花芽分化中的作用比树体同化物更为重要, GA 抑制果树花芽分化, 细胞分裂素促进花芽分化^[3], 但 ABA 促进果树成花的作用尚未肯定^[4]。Luckwill 等指出, 细胞分裂素/赤霉素的平衡对苹果成花过程起控制作用^[5], 对芒果^[6]和荔枝^[7]等的研究结果支持了 Luckwill 的假说。但未见对龙眼的类似研究。本文报道龙眼结果大小年树在花芽分化期各阶段中的 iPA、GA、ABA 的含量变化动态, 及其与成花作用和大小年结果的关系, 为克服龙眼大小年结果和生产上施用生长调节剂促进成花提供理论依据。

1 材料与方法

供试植株是福建晋江市龙眼良种场栽培的九年生福眼品种 (*Dimocarpus longana* Lour. cv. Fuyan)。在花芽分化期(1993年12月-1994年4月)每隔20d 从选定的各10株不同处理植株采样。小年树为11月上旬抽生冬梢的植株; 大年树为10月1日前后抽生秋梢的植株, 100×10^6 GA 和 1000×10^6 PP₃₃₃ 处理于1993年10月19日分别喷射在枝梢上。分析样品为枝梢顶端含3个芽2-2.5cm 长的梢尖, 20个约15g, 先用铝箔纸再用薄膜袋包好, 置于干冰中, 带回室内转入-26℃以下冰箱中保存备用。

处理后开花时观察, 大年树的植株枝梢有93.4%抽生花穗, 小年树99.5%的枝梢没有抽生花穗。

内源激素的提取分离纯化和测定方法采用酶联免疫测定法(ELISA)^[8,9], 药盒来自南京农业大学。

准确称取样品鲜重0.5g, 用80%冷甲醇(内含10mg L⁻¹ BHT及不溶性PVP)分次加入, 在冰浴中重复研磨提取3次, 在黑暗下操作。匀浆液在4℃下10000xg离心30min, 取上清液减压去除甲醇, 然后以pH9.2 0.01mol/L Na₂HPO₄溶解, 再以1mol/L HCl调到pH8.0。分别作如下处理:

1) 用正丁醇提取3次, 减压去除正丁醇, 用稀释缓冲液溶解后, 用于iPA测定。

2) 用等体积乙酸乙酯萃取3次, 弃乙酸乙酯相, 用0.1mol/L HCl将水相pH调至2.5, 等体积乙酸乙酯萃取3次, 弃水相, 减压去除乙酸乙酯, 甲醇溶解, 甲酯化, 用于ABA测定。

3) 用等体积乙酸乙酯萃取3次, 弃乙酸乙酯相, 用0.1mol/L HCl将水相pH调至2.5, 等体积乙酸乙酯萃取3次, 弃水相, 减压去除乙酸乙酯, 稀释缓冲液, 溶解后用于GA测定。

iPA、ABA、GA的测定程序同ELISA, 每种均重复3次。

植物生长调节剂的应用试验 在果园中选择植株生长正常, 营养状况一致的九年生福眼品种, 1993年10月19日把 100×10^6 GA 和 1000×10^6 PP₃₃₃ 喷施在枝条上, 每种处理10株, 并与没有喷药的大小年树进行对比。另外大田喷施PP₃₃₃ 20ha。

测定果实营养成分 采用手提糖量计测定可溶性固形物; 碱滴定法测定有机酸; 2,6-二氯酚靛酚滴定法测定还原型维生素C^[10]。

2 结果与分析

2.1 龙眼大小年结果树的内源激素与花芽分化的关系

2.1.1 细胞分裂素与龙眼花芽分化的关系

从表1可见, 大年树花芽中的 iPA(异戊烯基腺苷)含量, 在花序主轴原基分化前(1月15日)较低(75.5、86.1 pmol g⁻¹ Fw), 而在花序主轴原基分化至主花穗轴上苞片原基(发育为饰变叶)的叶腋间出现紫红色的侧花序原基止(1月15日至2月5日), iPA 含量剧增, 分别达到193.1和2191.3 pmol g⁻¹ Fw, 明显地高于相同时期的小年树的营养芽含量(100和116.7 pmol g⁻¹ Fw)。在龙眼花序主轴原基分化前(12月10日至12月28日), 小年树的 iPA 含量较高

表1 龙眼大小年树的花芽和营养芽 iPA 含量的变化 (pmol g⁻¹ Fw)

Table 1 Changes in iPA contents in flower bud and vegetative bud of longan

材料 Material	取样期 Sampling date						
	1993/12/10	12/28	1994/01/15	02/05	02/28	03/22	04/03
大年树花芽 Flower buds of on-year tree	75.5	86.1	193.1	2191.3	176.1	86.5	80.5
小年树营养芽 Vegetative buds of off-year tree	279.8	450.0	100.0	116.7	94.4	88.9	111.1

(分别为297.8和450.0 pmol g⁻¹ Fw), 而至1月15日龙眼花序主轴原基分化期, 其含量急剧下降至100.0 pmol g⁻¹ Fw。由上可见, 细胞分裂素含量较多对花芽的分化是有利的。从表1还可看出, 在侧花序分化期至花器官分化期(3月中旬至4月中旬), 大年树和小年树的 iPA 含量并无明显差别(分别为86.5-80.5和88.9-111.0 pmol g⁻¹ Fw), 说明 iPA 影响龙眼花芽分化的关键时间是在花序主轴分化期。

2.1.2 GA 与龙眼花芽分化的关系

从表2可见, 小年树营养芽的 GA 含量, 在侧花序原基形成之前, 明显高于大年树花芽。在营养芽(3月22日)和花芽(2月28日)开始伸长时 GA 含量剧增, 小年树增幅同样大于大年树。

表2 龙眼大小年树的花芽和营养芽 GA 含量的变化 (pmol g⁻¹ Fw)

Table 2 Changes in GA contents in flower bud and vegetative bud of longan

材料 Material	取样期 Sampling date						
	93/12/10	12/28	94/01/15	02/05	02/28	03/22	04/03
小年树营养芽 Vegetative buds of off-year tree	1360.2	4183.3	490.9	581.8	572.7	1772.7	718.2
大年树花芽 Flower buds of on-year tree	1114.3	414.3	407.1	500.0	1035.7	457.1	564.3

2.1.3 ABA 和龙眼花芽分化的关系

大年树花芽中的 ABA 含量在2月5日花芽分化前均比小年树营养芽的低, 进入分化期以后, 花芽中的 ABA 含量增加, 而营养芽中的含量降低。表明分化前的 ABA 含量高低与花芽形成有一定关系, 较高的 ABA 不利于花芽的形成。至于小年树营养芽 ABA 含量在3月22日突增原因, 有待进一步探讨。

2.2 植物生长调节剂对龙眼花芽分化和开花结果的影响

表4说明, 未处理的大年树枝梢抽生花穗占枝条总数的93.4%, 单株产量达29.0kg, 小年

表3 龙眼花芽和营养芽中 ABA 含量的变化 ($\text{pmol g}^{-1} \text{ Fw}$)

Table 3 Changes in ABA contents in flower bud and vegetative bud of longan

材料 Material	取样期 Sampling date						
	93/12/10	12/28	94/01/15	02/05	02/28	03/22	04/03
小年树营养芽 Vegetative buds of off-year tree	395.2	116.3	29.7	13.3	11.3	27.2	6.7
大年树花芽 Flower buds of on-year tree	8.3	7.2	3.6	20.2	32.1	6.4	8.1

表4 PP_{333} 和 GA 对龙眼开花结果和果实经济性状及产量的影响Table 4 Effects of PP_{333} and GA on flowering, fruit set, economic characters of fruit and yield of longan

项目 Item	大年树 On-year trees	小年树 Off-year trees	$1000 \times 10^{-6} \text{ PP}_{333}$ Paclobutrazol	$100 \times 10^{-6} \text{ GA}$ Gibberellin
枝梢开花数 (%) % of flowering shoots	93.4	0.3	90.5	17.0
穗长 Length of fruit cluster	25.0	21.0	20.0	43.0
果穗节间长(cm) Length of internodes of fruit cluster	3.7	5.5	2.8	7.6
穗粒数(粒) Grains of fruit cluster	30.3	4.0	38.0	19.8
产量(kg/株) Yield (kg/plant)	29.0	0.41	31.0	6.0
单果重(g) g/per fruit	8.91	5.56	9.9	6.65
可食率 (%) % of eatable parts	74.18	65.84	73.23	67.18
可溶性固形物 (%) % of soluble solid substance	11.5	11.4	12.5	11.0
有机酸 (%) % of organic acid	0.125	0.154	0.121	0.165
维生素 C (mg/100ml) Vitamin C	42.71	31.65	46.4	33.09

树枝条抽生花穗只有 0.3%，着果稀少，产量仅 0.41kg/株，可食率偏低。外施 PP_{333} 处理后，枝梢开花数占总数的 90.5%，穗形紧凑，穗轴粗壮，节间密而短，每穗着粒数高达 38%，单株产量为 31.0kg，可溶性固形物和维生素 C 的含量明显增加，可食率和品质都较好。外施 GA 处理后，由于 GA 的刺激生长作用，花序较长，果穗长达 43cm，着果较少，呈现大花序，着果稀疏分布现象，且开花枝梢只占总数的 17.0%，单株产量只有 6.0kg。

3 讨论

龙眼属于当年花芽分化开花结果类型，花芽形态分化过程可分为花序主轴分化期，侧花序分化期和花器官分化期，整个花芽形态分化过程历时 3 个多月^[1]。据我们研究，福眼花序主轴原基分化大约在 1 月中旬前后，此时是分化为叶芽或花芽的关键时期，也是不同激素含量及其动态平衡控制花芽分化的重要时期。大小年龙眼树在花芽分化和营养芽发育过程中，内源细胞分裂素 iPA 的含量有较大差异。大年树在花芽分化前含量较低，花序轴原基诱导初期含量剧增，花序分化初期达到高峰，进入侧花序分化期迅速下降。说明细胞分裂素对龙眼花芽分化期的影响，关键时间是在花序轴分化期。至于小年树的 iPA 高峰在大年树前，这是由于小年树营养芽萌动比大年树花芽早的缘故。

至于 GA 的作用, 我们发现在龙眼花芽分化前, 大小年树的 GA 含量很接近, 临近花序原基分化时, 大年树梢尖的 GA 含量迅速降低而小年树营养芽则急剧升高, 大年树在侧花序分化时明显增加, 这时正是侧花序快速分化和细胞伸长时期, 表明 GA 对龙眼花芽分化影响的重要时期是临近花序主轴分化期。龙眼花序的原基体上, 并存有叶芽和花芽原始体, 因此, 在花序轴分化期低含量的 GA 有利于花芽原始体的分化, 相反, 如 GA 含量较高, 则刺激叶芽的分化。

根据内源 ABA 的变化和龙眼花芽分化动态的分析, 大年树在花芽分化临近时和花序轴分化初期, ABA 含量较低且逐渐下降。与此同期, 小年树营养芽中的 ABA 含量明显高于花芽。此时正处于从营养生长向生殖生长的转变期, 因此, 在花芽分化临近时过多的 ABA 也是不能成花的。

细胞分裂素/赤霉素比值对龙眼花芽分化的调节具有重要意义, 龙眼大年树的此一比值高于小年树, 特别是在花序分化初期, 大年树 CTK/GA 比值达 4.38, 而小年树仅 0.20。因此, 在生产上应用 PP₃₃₃、C.C.C. (矮壮素) 和 B₉ (比久) 等来控制 GA 合成, 以促进花芽分化, 是一条可行的措施。喷施 PP₃₃₃ 能有效抑制龙眼枝梢伸长, 增加粗度, 缩短节间长度, 促进花芽分化, 增加雌雄花比例, 提高产量^[12], 这些在本试验同样也得到证实。GA 处理, 花序明显伸长, 呈现大花序, 着果少且稀疏, 产量也低。外施不同生长调节剂的表现和内源不同激素动态的分析是相符的, 这在龙眼生产上具有重要意义。

参考文献

- 1 陈月华. 龙眼大小年结果问题的剖析. 福建农学院学报, 1985, 14(4):331-338
- 2 Marcelle R. The flowering process and its control. Acta Horticulturae, 1984, 149:65-69
- 3 Hoard G V. Hormonal regulation of fruit-bud formation in fruit trees. Acta Horticulturae, 1980, 149:13-23
- 4 Sandke G. Dynamics of the abscisic acid content in terminal buds of shoots of Golden Delicious' during the vegetation period and its effect on bud formation. Arch Gartenbau, Berlin 30(1982)6 S.263-273
- 5 Luckwill L C. The control of growth and fruit fulness of apple trees. In: Luckwill L C et al. ed. Physiology of tree crops, 1970, 237-254
- 6 Agrawal A. Endogenous cytokinins of mango (*Mangifera indica* L.) shoottip & their significance in flowering. Indian Journal of Experimental Biology, 1980, 80:504-509
- 7 李冲文, 季作梁, 梁立峰等. 荔枝大小年树营养芽及花芽分化与细胞分裂素的关系. 华南农业大学学报, 1985, 6(3): 1-7
- 8 吴颂如, 周莹. 酶联免疫法 (ELISA) 测定内源植物激素. 植物生理学通讯, 1988, (5):53-57
- 9 向旭, 张展薇, 邱燕平. 适合荔枝样品几种内源激素的分析方法. 果树科学, 1993, 10(2):119-121
- 10 黄羌维, 张其昌, 林跃鑫. 不同药剂对雪柑防腐保鲜效果的比较研究. 福建师范大学学报, 1986, 2(1):81
- 11 王长春, 柯冠武. 龙眼花芽形态分化的研究. 福建省农科院学报, 1992, 7(1):55-58
- 12 黄羌维, 陈由强. 植物生长调节剂对龙眼枝梢生长的影响. 福建师范大学学报, 1992, 8(4):84-93