

芒果短截结果母枝玉米素核苷含量的动态变化

彭磊^{1a}, 周玲^{1b*}, 王莹², 高小俊^{1a}, 龙雯虹^{1a}, 吴兴恩^{1a}, 李婷婷^{1a}, 刘娟^{1a}

(¹云南农业大学^a园林园艺学院; ^b龙润普洱茶学院: 昆明 650201; ²德宏师范高等专科学校, 云南 芒市 678400)

摘要:【目的】测定芒果花芽分化期间结果母枝各器官内玉米素核苷(ZR)含量,探索ZR在芒果花芽分化中的作用。【方法】利用芒果花枝短截后剪口芽在当年还能再次花芽分化并开花结果的现象,应用酶联免疫吸附分析方法(ELISA)定期测定剪口叶、附近韧皮部及芽内ZR含量。【结果】短截结果母枝后,剪口叶、附近韧皮部和剪口芽内ZR含量分别于2月25、20日和3月2日降至最低,为1.73、1.52、2.0 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}\text{FW}$;叶片、韧皮部及剪口芽于3月12日达最大值,为6.39、8.47、10.32 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}\text{FW}$ 。2月25日剪口芽芽眼中心颜色逐渐呈蜡黄,并向芽体四周扩散;3月2~7日,芽体逐渐膨大,蜡黄色加深,芽眼呈半透明状;3月7日后绿色逐渐增加,半透明状消失。【结论】ZR在芒果花芽分化的不同阶段具有不同作用。花芽分化临界期前,ZR含量低,生长点细胞活性下降,有利于芒果植株从叶芽生理状态转化为花芽生理状态;花芽临界期后,相对高的ZR含量有利于芒果植株生长点进行花芽分化。

关键词: 芒果; 花芽分化; 结果母枝; 短截; 玉米素核苷

中图分类号: S667.7

文献标志码: A

文章编号: 2095-1191(2013)01-0039-04

Dynamic changes in zeatin nucleoside (ZR) content of mango cutback fruit branch

PENG Lei^{1a}, ZHOU Ling^{1b*}, WANG Ying², GAO Xiao-jun^{1a}, LONG Wen-hong^{1a},
WU Xing-en^{1a}, LI Ting-ting^{1a}, LIU Juan^{1a}

(^{1a} College of Landscape and Horticulture; ^{1b} College of Longrun Pu-er Tea, Yunnan Agricultural University, Kunming 650201, China; ² Dehong Normal College, Mangshi, Yunnan 678400, China)

Abstract: 【Objective】The zeatin nucleoside (ZR) content in various organs of mango fruiting branches during the flower bud differentiation period was determined in order to explore the role of ZR in mango flower bud differentiation. 【Method】Utilizing the phenomenon of re-blossoming and re-fruiting in mango pruning buds after cutting back the fruit branches, the enzyme-linked immunosorbent assay method (ELISA) was applied to determine the ZR contents in pruning leaf, phloem, and buds. 【Result】After pruning the fruiting branches, the ZR contents of pruning leaf, phloem, and pruning buds reached minimum at 1.73, 1.52, and 2.0 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}\text{FW}$ on February 25, February 20, and March 2, respectively. The ZR contents of pruning leaf, phloem, and buds reached maximum at 6.39, 8.47, and 10.32 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}\text{FW}$ respectively on March 12. On February 25, the color of the central heart area in pruning buds gradually turned yellow and proliferated around the shoot area. From March 2 to March 7, the buds gradually dilated, yellow color deepened, and the central heart area appeared translucent. After March 7, green color expanded and the translucent appearance disappeared. 【Conclusion】The ZR exhibited different roles at different stages of mango fruit flower bud differentiation. During the critical period of flower bud differentiation, the ZR content was low and the cell activity growth decreased, which were beneficial qualities for mango plants to transform from the bud physiological state into the flower bud physiological state. After the critical period of flower bud differentiation, relatively high ZR content was advantageous for the flower bud differentiation process in mango plant growth.

Key words: mango; flower bud differentiation; fruiting branch; cutback; ZR

0 引言

【研究意义】果树花芽分化研究历来是果树生理学的重要研究内容(陈杰忠和赵红业,1999),学者们曾提出C/N学说、激素控制论、基因控制论等假设,但由于果树花芽分化是多因素共同作用的结果,因此各种

学说尚不能完全解释果树花芽分化的原理。玉米素核苷(trans-Zeatin-riboside,ZR)是细胞分裂素之一,主要在根内合成,研究其在芒果花芽分化进程各阶段中的含量和作用,从促进细胞活性类物质的角度探索芒果花芽分化原理,对进一步揭示果树花芽分化机理有一

收稿日期:2012-06-28

基金项目:云南省应用基础研究计划项目(2007C0058M);云南省教育厅科学研究基金项目(2010Y338)

作者简介:*为通讯作者,周玲(1969-),副教授,主要从事园艺植物开发与利用研究工作,E-mail:zlh8571@sina.com。彭磊(1969-),副教授,主要从事热带果树研究工作,E-mail:ppll250@ynau.edu.cn

定的促进作用。【前人研究进展】传统理论认为,果树枝梢停止生长,生长点细胞活性降低,更有利于果树进行花芽分化(河北农业大学,1980)。张上隆等(1990)用高效液相色谱法和薄层荧光色谱法分别测定了官川温州蜜柑花芽分化过程中内源玉米素(ZT)的含量变化,结果显示,温州蜜柑枝条内ZT含量先呈下降趋势,然后迅速上升,枝条中的ZT含量是叶片内的2.0~37.0倍。曹尚银等(2000)用Sephadex LH-20层析法测定首红苹果花芽孕育过程中花芽、叶芽生长点ZR含量,结果表明,短枝停止生长后,叶芽、花芽的ZR含量急剧下降,到花芽形态分化开始时降到最低点;其后叶芽中ZR含量不再变化,保持稳定,而花芽在以后分化花器官时,ZR含量又急剧上升,稳定在一个较高水平,一直持续到后期。吴志祥等(2005)用酶联免疫吸附法测定妃子笑和鹅蛋荔枝花芽分化期间的老熟秋梢顶芽ZR含量,结果显示,12月3日~翌年1月2日,ZR含量持续下降,1月2日~2月16日又呈持续上升趋势。罗羽涓等(2007)用酶联免疫吸附法测定无花果花芽分化新梢第7或第8节位花芽中的ZR含量,结果表明,在花芽分化阶段,ZR在初期含量较低,后大幅提高,后期稳定在较高水平。【本研究切入点】果树花芽分化具有长期性和相对集中性的特点(河北农业大学,1980)。学者们研究花芽分化期间ZR的含量,材料均采自于上年生枝或正常进行花芽分化的芽,由于采样时间跨度较长,易受环境因子影响,研究结果误差增大。在一次生产过程中,本课题组偶然发现短截芒果(*Mangifera indica* L.)结果母枝后,剪口下1~3芽没有抽梢而开花,倒春寒和花期主要病害白粉病危害高峰过后进入盛花期,具有花芽分化时间短(25 d左右)的特点(彭磊等,2006,2011;高小俊等,2009),应用此开花特性开展芒果花芽分化的相关研究,其结果将更准确、可靠。【拟解决的关键问题】应用酶联免疫吸附分析方法(ELISA),检测花芽调控期芒果剪口叶、附近韧皮部和剪口芽样品中ZR含量,确定花芽分化进程不同阶段ZR在剪口叶、韧皮部和剪口芽之间的含量和流向性特点,研究ZR在芒果花芽分化进程各阶段中的作用和功能,为探索促进细胞活性的ZR在芒果花芽分化中的相应作用与功能奠定基础。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验在云南省元江县元江农场(海拔585 m)进行。选用14年生,长势及树体营养基本一致的三年芒果(*M. indica* L. sannianmang)为试验材料。

1.2 试验方法

2010年2月15日,对正在开花的结果母枝从中部进

行短截,单株为1重复,重复5次,每株295个结果母枝。以后每5 d随机选取植株上、中、下部剪口芽及附近韧皮部、叶片进行采样,直至花芽开始膨大,准备萌发时止。设不短截植株为对照(采样时才进行短截,取剪口芽、附近韧皮部、叶片)。各重复中采过样的枝用红油漆标记,避免重复采样。采下的材料放入自封袋,封好后置冰壶带回实验室检测。用ELISA法(吴颂如等,1988)测定样品鲜重中ZR含量,试剂盒由中国农业大学农学与生物技术学院提供。

1.3 数据处理

用Excel对原始数据进行初步整理,用DPS(Duncan法)进行差异性显著分析。

2 结果与分析

2.1 剪口芽花芽分化期间外观性状变化

从短截至花芽开始膨大,剪口芽外观性状有较明显变化。2月15日短截时,剪口芽镶嵌于叶腋内呈扁平状,芽眼呈绿色;芽体最外层垂直方向的左右两侧各有一鳞片包被,两鳞片非闭合。2月20日芽眼出现蜡黄迹象。2月25日,芽体稍微向上凸起,此时可见最外层鳞片下,芽体水平方向的上下两侧也各有一鳞片包被,芽眼中心颜色趋向于蜡黄。3月2~7日,芽体逐渐膨大,且呈蜡黄、半透明状,3月7日后此现象逐渐消失而绿色增加。至3月12日花芽进入松散及花穗伸长期。

2.2 叶片内ZR含量动态变化

2月15、20、25日,3月2、7、12日,处理植株叶片内ZR含量分别为3.77、4.62、1.73、2.03、5.91和6.39 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}\text{FW}$,对照分别为5.06、1.75、1.63、1.94、5.75和6.87 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}\text{FW}$ 。2月15日,处理叶内ZR含量比对照低1.29 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}\text{FW}$,而2月20日则比对照高2.87 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}\text{FW}$ (图1)。

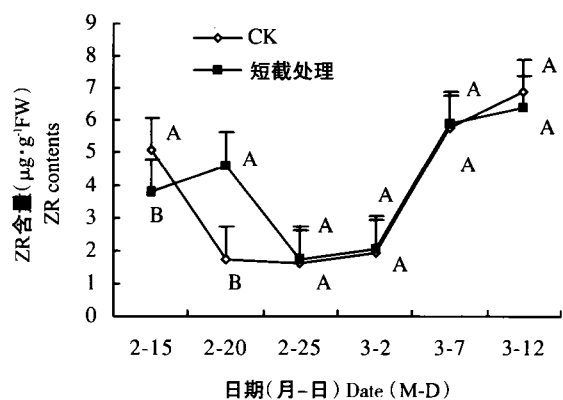


图1 叶内ZR含量变化

Fig.1 Changes of ZR contents in leaves

不同处理间大小写字母表示1%和5%水平下差异显著。下同
Capital and small letters in different treatments represent significant differences at 1% and 5% levels, respectively. The same as followed

短截后5 d,剪口叶片内ZR含量呈上升趋势,而剪口芽芽眼颜色部分呈现蜡黄时下降至试验期间最低

值;3月2~7日,剪口芽芽体逐渐膨大,呈蜡黄、半透明状时,叶内ZR含量又呈大幅上升趋势;3月7日后此现象逐渐消失而绿色增加期间,叶内ZR含量上升趋势相对较小,于3月12日达试验期内最高值。对照叶内ZR含量于2月15日大幅下降,2月25日降至最低,此后ZR含量变化趋势与短截处理基本一致,但最高值达 $6.87 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}\text{FW}$,高于短截处理 $0.48 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}\text{FW}$ 。多重比较结果表明,2月15、20日,剪口叶与对照的ZR含量同一日内在1%水平上差异达极显著。

2.3 韧皮部内ZR含量动态变化

2月15、20、25日,3月2、7、12日,处理植株韧皮部内ZR含量分别为4.64、1.52、1.80、1.93、6.94和8.47 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}\text{FW}$,对照分别为5.41、1.73、2.02、2.08、5.59和6.01 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}\text{FW}$ (图2)。

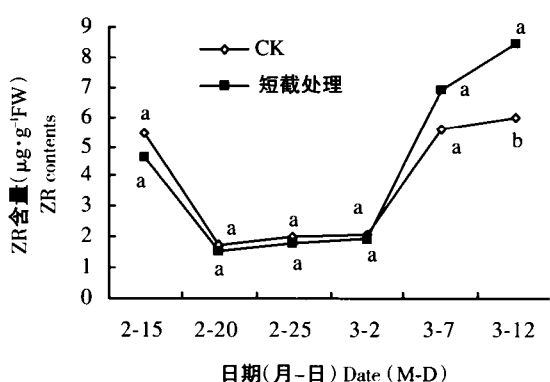


图2 韧皮部内ZR含量变化

Fig.2 Changes of ZR contents in phloem

短截后5 d, 处理与对照韧皮部ZR含量呈大幅下降趋势,均分别降至试验期内最低值。3月2~7日,剪口芽芽体逐渐膨大,呈蜡黄、半透明状时,叶内ZR含量均又呈大幅上升趋势;3月7日后此现象逐渐消失,而绿色增加期间韧皮部内ZR含量上升趋势相对较小,于3月12日达试验期内最高值。多重比较结果表明,3月12日,剪口芽附近韧皮部与对照的ZR含量在5%水平上差异显著。

2.4 剪口芽内ZR含量动态变化

2月15、20、25日,3月2、7、12日,处理植株剪口芽内ZR含量分别为4.79、5.18、2.07、2.00、8.80和10.32 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}\text{FW}$,对照分别为4.11、1.55、1.76、1.95、7.05和6.84 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}\text{FW}$ (图3)。

短截后5 d,剪口芽内ZR含量呈缓慢上升趋势,而2月20~25日呈大幅下降趋势,至3月2日芽眼中心颜色趋向于蜡黄,且透明性有较大增加时降到最低点;3月2~7日,剪口芽芽体逐渐膨大,呈蜡黄、半透明状时,剪口芽内ZR含量又呈大幅上升趋势;3月7日后此现象逐渐消失而绿色增加,剪口芽内ZR上升趋势相对较小,于3月12日达最高值。对照于2月15日后大幅下降,2月

20日降至最低;直至3月7日,ZR含量变化趋势与短截处理基本一致;但3月7日达到最高值后又呈下降趋势。多重比较结果表明,2月20日和3月12日,三年枳结果母枝剪口芽内ZR含量与对照相比在1%水平上差异达极显著,3月7日在5%水平上差异显著。

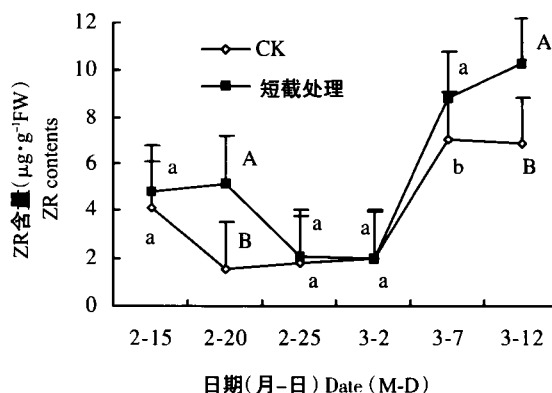


图3 剪口芽内ZR含量变化

Fig.3 Changes of ZR contents in Buds

3 讨论

参照李桂芬(2005)的研究结果,本研究中3月2日剪口芽芽体开始膨大,表明此前属花芽分化前期;短截结果母枝后第15 d,剪口芽开始进入花芽分化期。

剪口芽花芽分化进程的不同阶段ZR具有不同的作用,其作用依靠含量高低变化而实现。短截后5 d内,短截处理的韧皮部,以及对照的叶、韧皮部、芽内ZR含量均降至试验期内较低水平,而短截处理的剪口叶和芽内ZR含量则呈上升趋势,与短截当日的含量相比,分别上升了 0.39 和 $0.85 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}\text{FW}$,可能是由于短截刺激,使ZR向剪口部位的生长点输送以解除原有的顶端优势,以及向承担重要功能的器官输送,加强其功能所致,从而使剪口叶和剪口芽内ZR含量上升;2月20日后,剪口叶和剪口芽内ZR含量又大幅下降至试验期内较低水平,表明在花芽分化临界期阶段,相对低的ZR含量有利于枳果由叶芽的生理状态向花芽的生理状态转化;3月2~7日,芽体开始膨大,剪口芽与对照的ZR含量呈大幅上升趋势,7~12日,剪口芽内ZR含量继续上升,且达到试验期内最高值,而对照则呈现下降趋势,表明相对高的ZR含量有利于剪口芽进行生理和组织分化。短截枳果结果母枝后剪口芽花芽分化期ZR含量变化规律与张上隆等(1990)对官川温州蜜柑,曹尚银等(2000)对首红苹果,吴志祥等(2005)对妃子笑、鹅蛋荔枝花芽分化期间的ZR含量变化趋势基本一致。高小俊等(2009)2008年的试验中,剪口芽内ZR含量于2月25日达最高值后大幅下降,含量趋势与本研究结果差异较大,可能是2008年春中国南方遭遇特大冰雪灾害,低温冷冻天气干预剪口芽花芽分化进程,从而导致试

验结果出现较大差异,但其内在原因还有待研究。

除处理与对照叶于2月15~20日、芽于2月15~20日和3月7~12日ZR含量发展趋势分别存在差异外,试验期内对照各器官的ZR含量发展趋势与处理基本一致,由此推测,在剪口芽进行花芽分化的同一时间段,对照结果母枝的腋芽也为花芽分化作了生长调节物质方面的准备,但最终没有成花,其原因还有待进一步研究。剪口芽花芽分化前期和分化期,是何因素或机制使芽眼呈现蜡黄、半透明状现象,目前尚不清楚。

4 结论

本研究结果表明,短截三年杧结果母枝后,ZR在剪口芽花芽分化的不同阶段具有不同的作用,其作用依靠含量高低变化而实现;在花芽分化临界期前,ZR含量低,细胞活性减弱,有利于三年杧从叶芽的生理状态转化为花芽的生理状态;花芽分化临界期后,相对高的ZR含量有利于花芽的生理和花器官分化。

参考文献:

- 曹尚银,张俊昌,魏立华. 2000. 苹果花芽孕育过程中内源激素的变化[J]. 果树学报,17(4):244-248.
- Cao S Y, Zhang J C, Wei L H. 2000. Studies on the changes of endogenous hormones in the differentiation period of flower bud in apple trees[J]. Journal of Fruit Science, 17(4): 244-248.
- 陈杰忠,赵红业. 1999. 杧果花芽分化研究进展[J]. 中国南方果树, 28(2):34-35.
- Chen J Z, Zhao H Y. 1999. Advanced research on mango flower-budding differentiation[J]. South China Fruits, 28(2): 34-35.
- 高小俊,吴兴恩,王仕玉,陈春伶,程竞卉,董广平,彭磊. 2009. 短截后芒果花芽分化期间内源激素含量的变化[J]. 福建农业学报, 24(3): 227-230.
- Gao X J, Wu X E, Wang S Y, Chen C L, Cheng J H, Dong G P, Peng L. 2009. Change in endogenous hormone contents of mango during floral differentiation after heading-back[J]. Fujian Journal of Agricultural Sciences, 24(3): 227-230.
- 河北农业大学. 1980. 果树栽培学总论[M]. 第2版. 北京:农业出版社:62-63.
- Agricultural University Of Hebei. 1980. Fruit Trees Cultivation Summary[M]. Second Edition. Beijing: Agriculture Press:

62-63.


- 李桂芬. 2005. 芒果花期调控及花芽分化的研究[D]. 南宁:广西大学.
- Li G F. 2005. The study on florescence regulate and floral bud differentiation of mango[D]. Nanning: Guangxi University.
- 罗羽洧,解卫华,马凯. 2007. 无花果花芽分化与内源激素含量的关系[J]. 西北植物学报, 27(7):1399-1404.
- Luo Y W, Xie W H, Ma K. 2007. Correlation between endogenous hormones contents and flower bud differentiation stage of *Ficus carica* L.[J]. Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica, 27(7):1399-1404.
- 彭磊,高小俊,龙雯虹,吴兴恩,周玲,董广平,王莹. 2011. 短截后芒果花芽分化期间 ABA 含量的变化[J]. 云南农业大学学报:自然科学版,26(3):434-436.
- Peng L, Gao X J, Long W H, Wu X E, Zhou L, Dong G P, Wang Y. 2011. Changes of ABA contents in mango during floral differentiation after heading-back[J]. Journal of Yunnan Agricultural University: Natural Science, 26(3):434-436.
- 彭磊,唐发贵,王信保,刘菊丽,李桥安,李文祥. 2006. 杧果花枝回缩后剪口芽再花研究[J]. 中国南方果树,35(3):35-36.
- Peng L, Tang F G, Wang X B, Liu J L, Li Q A, Li W X. 2006. Study on mango pruning-bud reflowering after branch-cutting[J]. South China Fruits, 35(3):35-36.
- 吴颂如,陈婉芬,周燮. 1988. 酶联免疫法(ELISA)测定内源植物激素[J]. 植物生理学通讯, (5):55-57.
- Wu S R, Chen W F, Zhou X. 1988. Enzyme linked immunosorbent assay for endogenous plant hormones[J]. Plant Physiology Communications, (5):55-57.
- 吴志祥,周兆德,陶忠良,王令霞. 2005. 妃子笑与鹅蛋荔枝花芽分化期间内源激素的变化[J]. 热带作物学报, 26(4): 42-45.
- Wu Z X, Zhou Z D, Tao Z L, Wang L X. 2005. Changes of endogenous hormones in Feizixiao and Edan litchi during flower bud differentiation[J]. Chinese Journal of Tropical Crops, 26(4):42-45.
- 张上隆,阮勇凌,储可铭,吴光林. 1990. 温州蜜桔花芽分化内源玉米素和赤霉素的变化[J]. 园艺学报, 17(4):270-274.
- Zhang S L, Ruan Y L, Chu K M, Wu G L. 1990. Changes of endogenous zeatin and gibberellic acid in citrus satsuma during the period of flower bud formation[J]. Acta Horticulturae Sinica, 17(4):270-274.

(责任编辑 麻小燕)

杧果短截结果母枝玉米素核苷含量的动态变化

作者: [彭磊](#), [周玲](#), [王莹](#), [高小俊](#), [龙雯虹](#), [吴兴恩](#), [李婷婷](#), [刘娟](#), [PENG Lei](#), [ZHOU Ling](#), [WANG Ying](#), [GAO Xiao-jun](#), [LONG Wen-hong](#), [WU Xing-en](#), [LI Ting-ting](#), [LIU Juan](#)

作者单位: [彭磊, 高小俊, 龙雯虹, 吴兴恩, 李婷婷, 刘娟, PENG Lei, GAO Xiao-jun, LONG Wen-hong, WU Xing-en, LI Ting-ting, LIU Juan \(云南农业大学园林园艺学院, 昆明, 650201\)](#), [周玲, ZHOU Ling \(云南农业大学龙润普洱茶学院, 昆明, 650201\)](#), [王莹, WANG Ying \(德宏师范高等专科学校, 云南芒市, 678400\)](#)

刊名: [南方农业学报](#) 

英文刊名: [Guangxi Agricultural Sciences](#)

年, 卷(期): 2012, 44(1)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_gxnykx201301008.aspx