

‘塔 1’ 柑果实发育、内源激素变化 及品质形成特点^{*}

陈大成 李志勇 胡桂兵

(华南农业大学园艺系, 广州 510642)

摘要 ‘塔 1’ 柑与亲本品种果实发育过程中果形指数的变化动态基本一致。无论是果皮还是果肉+种子, ‘塔 1’ 柑中内源赤霉素(GA)的质量摩尔浓度[$b(\text{GA})$]均高于亲本品种, 而脱落酸(ABA)的质量摩尔浓度[$b(\text{ABA})$]低于亲本品种。 $b(\text{GA})/b(\text{ABA})$ 高可能是‘塔 1’ 柑大果产生的诱因之一。除酸外, ‘塔 1’ 柑与亲本品种其它品质变化动态基本相似。果实采收前, ‘塔 1’ 柑果实柠檬酸质量分数较亲本品种高, 但果实贮藏约 15 d 后, 二者中酸的质量分数趋近。

关键词 ‘塔 1’ 柑; 果实发育; 内源激素; 品质变化

中图分类号 S 666 202

有关柑桔果实生长发育规律的研究, 前人已有报道(区善汉等, 1992; 刘权等, 1986), 但对柑自然无核突变体及其亲本品种果实生长发育规律的对比观察, 国内外尚少报道。一般认为, 无籽果的生长是依靠子房壁本身产生的生长物质(曾骧, 1992; Nitsch et al, 1960)。柑桔类上, Garcia—Papi(1984)发现“Fino”克里迈丁(单性结果)生长素类物质含量高于“Monreal”克里迈丁(有籽)。本研究以 1993 年 11 月华南农业大学园艺系陈大成等在博罗杨村华侨柑桔场新发现的‘塔 1’无核 柑自然突变体与亲本品种为研究对象, 对二者的果实生长发育规律、品质和内源激素变化动态进行了比较研究, 旨在探索‘塔 1’ 柑大果、高身及偏酸性状形成原因及其与无核的关系, 为进一步研究利用这个优良变异株系提供依据。

1 材料和方法

1.1 材料

以‘塔 1’ 柑及同果园普通 柑为材料, 进行比较实验。

1.2 方法

果实生长发育规律观察: 6 月上旬果实生理落果停止至 11 月 25 日果实采收, 每株树随机选果 8~20 个挂牌标记, 每 10 d 用游标卡尺测量果实纵、横径 1 次。

果实发育过程中内源激素变化动态: 1995 年 4 月 23 日至 6 月 25 日, 每 10 d 采样 1 次; 6 月 25 日~11 月 26 日(果实采收), 每 20 d 1 次(5 月 14 日开始将果皮与果肉+种子分开)。测定了赤霉素(GA)和脱落酸(ABA)2 种激素, 激素的测定采用酶联免疫法(ELISA), 药盒为南京农业大学产品。

果实发育过程品质变化动态:9 月中旬果实果皮由绿转黄至 11 月下旬果实采收,每 20 d 1 次进行果实品质测定.可溶性固形物采用手持糖度计法;总糖及还原糖采用亚铁氰化盐法;柠檬酸采用 NaOH 中和滴定法; w (维生素 C)采用 2,6-二氯靛酚法.采果置 $(11\pm1)^{\circ}\text{C}$ 冰箱贮藏约 15 d 后再最后进行 1 次上述测量.

2 结果与分析

2.1 果实生长发育规律观察

从果实生长发育动态图(图 1)中可以看出‘塔 1’柑与亲本品种果实的果形指数变化动态基本一致,但‘塔 1’柑在整个生长发育过程中除 6 月 4 日外的各个时期果形指数数值都比对照大,从而在采收时表现出高身的性状.

采用 Logistic 方程(华南农业大学生态研究生班,1997)模拟果实纵横径生长与发育天数(x)的关系,结果如表 1 所示.曲线模拟的相关测定显示,采用 Logistic 方程能较精确地模拟出果实生长发育的动态情况,并能在一定范围内对其动态进行预测预报.

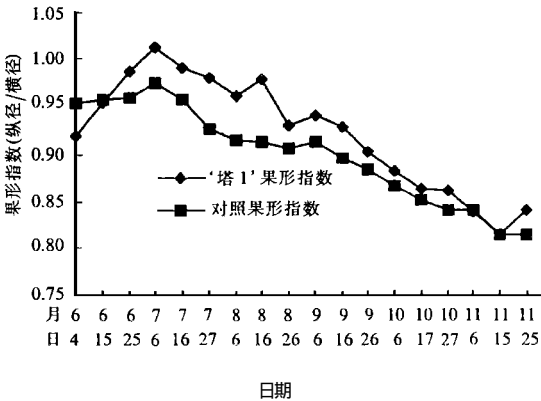


图 1 ‘塔 1’ 柑与对照果实发育动态

表 1 柑果实发育天数与果实横、纵径的关系

类 型	纵横径	经验方程式	相关系数
‘塔 1’ 柑	横径	$y=8.82/(1+e^{2.344-0.0211x})$	0.996
	纵径	$y=7.31/(1+e^{1.814-0.0190x})$	0.994
柑对照	横径	$y=7.34/(1+e^{1.797-0.0186x})$	0.995
	纵径	$y=5.97/(1+e^{1.135-0.0175x})$	0.994

2.2 果实发育过程中内源激素变化动态

与亲本品种相比,‘塔 1’柑果实中 GA 的质量摩尔浓度[$b(\text{GA})$]高,ABA 质量摩尔浓度[$b(\text{ABA})$]低,这种差异在果肉+种子中表现较突出(图 2).

在授粉受精后 1 个月内果实中 $b(\text{GA})$ 存在一个高峰期,8 月以后,果肉+种子中 $b(\text{GA})$ 又出现另一个高峰期,10 月出现第 3 个高峰(图 2A).二者果皮中 $b(\text{GA})$ 一直都较低且波动不大,这与种子控制果实生长激素是相吻合的.

$b(\text{ABA})$ 在果实发育的前期及定果期保持很低的状态,而后出现周期性变化,呈渐上升的趋势(图 2B).果皮中 $b(\text{ABA})$ 变化平缓,仅在果实采收前 1 个月内出现一个高峰,而果肉+种子中 $b(\text{ABA})$ 恰好与其 $b(\text{GA})$ 交替消长.

分析果实中 $b(\text{GA})/b(\text{ABA})$ (均为果肉+果皮)的变化(图 2C),可以发现, $b(\text{GA})/b(\text{ABA})$ 在授粉受精后 1 个多月内存在着一个非常明显的高峰,而‘塔 1’柑的 $b(\text{GA})/b(\text{ABA})$ 又超过亲本品种,6~7 月,二者之间的变化不大,8 月以后,‘塔 1’柑的 $b(\text{GA})/b(\text{ABA})$ 一直超过亲本品种,而此时无核突变体果实增长速度超过亲本品种.

2.3 果实发育过程品质变化动态

可溶性固形物变化动态: 结果见图 3A. 总的来看,‘塔1’ 柑与亲本品种果实中 w (可溶性固形物)比较, 除采收前后及 10 月底表现偏低外, 在果实发育前期变化基本相似. 贮藏约 15 d 后, 二者 w (可溶性固形物)趋近.

糖、酸变化动态: 无核突变体与亲本品种中 w (糖)变化结果见图 3B, 二者采收后贮藏约 15 d 后 w (糖)趋近. 果实中 w (酸)在 9~10 月急剧降低, 而后速度变缓, 在贮藏期间 w (酸)仍在降低. 无核 柑 w (酸)在 9~10 月期间变化较缓和, 采收时 w (酸)稍高, 但在贮藏期间, 无核 柑的

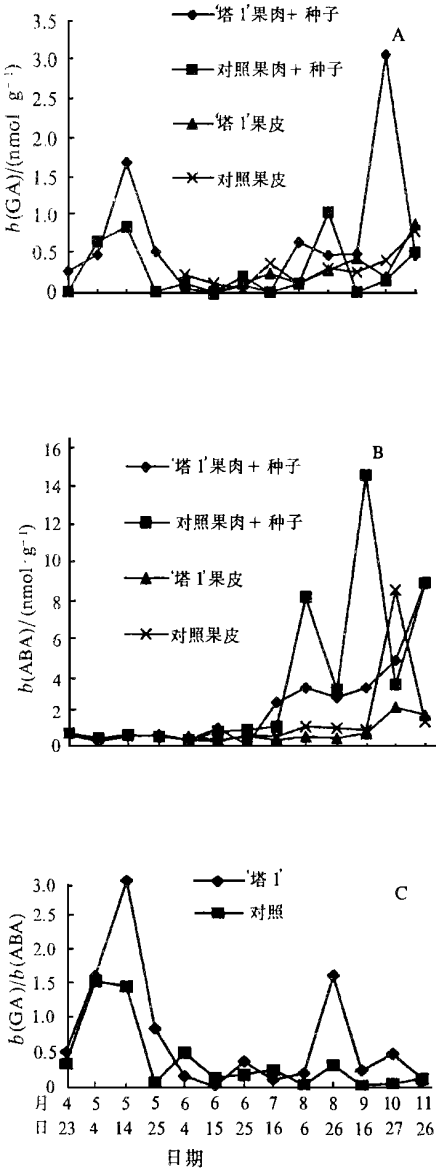


图 2 ‘塔1’ 柑与对照果实发育期间
内源激素质量摩尔浓度变化

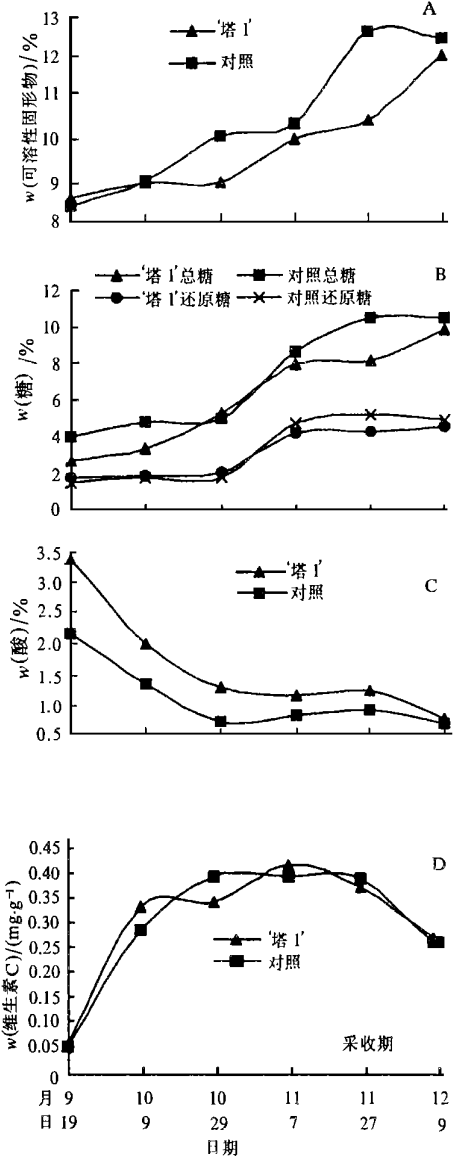


图 3 ‘塔1’ 柑与对照果实品质变化比较
A. 可溶性固形物 B. 总糖、还原糖 C. 柠檬酸 D. 维生素 C

w (酸)降低较快,故‘塔1’ 柑与亲本品种采收后贮藏约15 d的 w (酸)趋近(图3C)。

维生素C变化动态:结果见图3D。果实中 w (维生素C)是由低到高,当 w (维生素C)达到高峰时再由高至低。‘塔1’ 柑与亲本品种的 w (维生素C)变化基本相似。

3 讨论

3.1 ‘塔1’ 柑果实发育规律

刘权等(1986)首次用 Logistic 方程模拟了柑桔果实发育天数与果实鲜质量的关系,笔者使用 Logistic 方程模拟了‘塔1’ 柑以及亲本品种纵、横径的发育动态,发现二者早期(6月以前)发育相近,果实纵径增长速度略大于横径;7后果实横径的增长速度渐超过纵径,导致果形指数下降,而‘塔1’ 柑的纵径仍能保持较快速的增长,故高身性状得以显现;‘塔1’ 柑横径增长速度超过亲本品种,并能保持到果实的成熟期,因而果实最终的纵、横径均大大超过亲本品种。另外,运用该方程估测‘塔1’ 柑果实发育的潜力,结果显示笔者的果实采收期偏早(11月中、下旬),‘塔1’ 柑的大果性状仍有相当的潜质。

3.2 ‘塔1’ 柑果实发育过程中内源激素的变化及其作用

单性结果果实内源激素变化已被大量研究(Coombe, 1960; Iwahori et al, 1968; Sjut et al, 1978),结果发现有种子果实中的 b (ABA)高于单性结果果实,而GA类似物的 b (GA)则是后者远大于前者。‘塔1’ 柑果实授粉受精完成后这段时期内果实中 b (GA)以及 b (GA)/ b (ABA)均明显高于对照,而此时 b (ABA)偏低,这样一来,无核幼果不仅可以与新梢竞争养分,减少第一次生理落果,而且果实中积累的促进生长素类激素可以在果实发育前期一段时间内,保证果实继续增长,安全度过第二、第三次生理落果期。‘塔1’ 柑果实中的 b (GA)、 b (GA)/ b (ABA)在6月初生理落果完成后下降,但果实仍然继续增大。这种情况可能是由于果肉内低促进生长素类激素水平足够防止落果,而使蛋白质可以慢慢地继续合成之故。

另外,生长抑制物质 b (ABA)在果实发育中所起的作用也不可忽略。前人发现梨果实在接近成熟期,促进生长物质含量下降,抑制生长物质含量上升,抑制生长促进成熟(中川昌一, 1982)。“塔1” 柑果实在接近成熟期时,生长仍较旺盛, b (GA)/ b (ABA)较亲本品种高,有可能引起果实延迟成熟,而使‘塔1’ 柑的成熟期比亲本品种晚。

3.3 ‘塔1’ 柑发育过程中营养成分的变化

笔者的研究表明,除 w (酸)的变化动态外,‘塔1’ 柑与亲本品种品质变化动态基本相似。‘塔1’ 柑与亲本品种果实发育过程糖酸变化动态与陈桂芬等(1994)的结果基本相近。‘塔1’ 柑中 w (酸)在9~10月亲本品种急剧减酸期间变化较缓和,故与亲本品种同时采收时,‘塔1’ 柑中 w (酸)偏高。

参 考 文 献

区善汉, 麦适秋, 陈腾士, 等. 1992. 沙田柚果实生长发育规律的研究. 中国柑桔, 21(2): 15~16

华南农业大学生态研究生班. 1987. Logistic 曲线拟合方法概述. 青年生态学家, 6(1): 75~82

刘 权, 鲍雨林, 石杏琴. 1986. 宽皮柑桔果实生长发育的数学模型. 中国柑桔, (3): 5~8

陈桂芬, 孙学昕, 施忠芬. 1994. 芦柑果实糖酸代谢规律及施肥效应的研究. 浙江柑桔, (3): 26~27

- 曾 骧. 1992 果树生理学. 北京: 北京农业大学出版社, 186~273
- 中川昌一著. 1982 果树园艺原论. 曾骧, 等译. 北京: 农业出版社, 182~390
- Coombe B G. 1960. Relationship of growth and development to changes in sugars auxins and gibberellins in fruit of seeded and seedless varieties of *Vitis vinifera*. Plant Physiol, 32: 241~250
- Garcia-Papi M A, Garcia-Martinez J L. 1984. Endogenous plant growth substances content in young fruits of seeded and seedless Clementin Mandarin as related to fruit set and development. Scientia Horticulturae, (22): 265~274
- Iwahori S, Iwamasa M. 1968. Gibberellin-like activity in berries of seeded and seedless Tokay grapes. Plant Physiol, 43: 333~337
- Nitsch J P, Pratt C, Nitsch C, et al. 1960. Natural growth substances in Concord and Concord seedless grapes in relation to berry development. Am J Bot, 47: 566~576
- Sjut V, Bangerth F. 1978. Endogenous hormones in artificially induced parthenocarpic fruits. Acta Horticulturae, 80: 163~167

CHARACTERS OF FRUIT DEVELOPMENT, CHANGE OF FRUIT ENDOGENOUS HORMONE AND QUALITY ESTABLISHMENT IN ‘TAYI’ SEEDLESS POKKAN (*Citrus reticulata*)

Chen Dacheng Li Zhiyong Hu Guibing

(Dept. of Hort., South China Agric. Univ., Guangzhou, 510642)

Abstract

The fruit shape of ‘Tayi’ ponkan fruit was almost similar to that of control during fruit development. But the content of endogenous gibberellin (GA) of ‘Tayi’ ponkan was higher than that of parent cultivars while the content of abscisic acid (ABA) was lower both in fruit peel and in fruit pulp with seeds. That the ratio of GA to ABA [$b(\text{GA})/b(\text{ABA})$] of ‘Tayi’ ponkan was higher than that of parent cultivar must be one of the main reason which caused the ‘Tayi’ ponkan to produce big fruits. The content of lemon acid in the fruit of ‘Tayi’ ponkan was higher than that of parent cultivar before harvest but was inclined to getting similar after keeping about 15 days.

Key words ‘Tayi’ ponkan; fruit development; endogenous hormone; change of fruit quality

【责任编辑 柴 焰】