

## 不同调控技术对柠檬秋花果的调控效应

李进学, 彭满秀, 周东果, 多建祖, 赵俊, 岳建强\*

(云南省农业科学院 热带亚热带经济作物研究所, 云南 保山 678025)

**摘 要:** 采用 0.66% 促花剂、0.3% 磷酸二氢钾、0.1% 多效唑, 通过喷施促花剂 3 次(T1)、喷施多效唑 3 次(T2)、喷施促花剂 3 次+环割+扭枝(T3)、喷施促花剂 3 次+环剥 0.5 cm(T4)、喷施促花剂 3 次+环剥 0.5 cm+喷施磷酸二氢钾 3 次(T5)、滴水线处深沟断根+环剥 0.5 cm+喷施促花剂 3 次(T6)等调控技术来调控柠檬秋花果生产, 以喷清水为对照(CK)。结果表明: 各处理均使柠檬开花数、开花枝条数增加, 除 T1、T3 外, 其余处理柠檬开花期进程均呈现相同的变化趋势, 表现为 7 月 29 日开花数较小, 8 月 13 日开花数达最大值, 10 月 15 日时开花数最小; 各处理对柠檬单株果数、单株产量、单株优质套袋鲜果质量、单株加工果质量和总产量的影响较大, 按指标数值排序, 均表现为 T6、T4、T5、T3、T1、T2、CK 依次减小, 其中, T6 处理的产值(21.5 万元/hm<sup>2</sup>)和利润(13.9 万元/hm<sup>2</sup>)均最高, 利润是对照的 2.8 倍。综合考虑, 滴水线下深沟断根+环剥 0.5 cm+喷施促花剂 3 次可作为柠檬反季节生产调控技术应用于生产实际。

**关 键 词:** 柠檬; 秋花果; 调控技术

中图分类号: S666.5

文献标志码: A

文章编号: 1007-1032(2012)03-0271-05

## Effects of different regulating technologies on fruit of autumn flowering lemon

LI Jin-xue, PENG Man-xiu, ZHOU Dong-guo, DUO Jian-zu, ZHAO Jun, YUE Jian-qiang\*

(Institute of Tropical and Subtropical Cash Crops, Yunnan Academy of Agricultural Sciences, Baoshan, Yunnan 678025, China)

**Abstract:** Treatments spraying flower-promoting agent (T1), spraying paclobutrazol (T2), spraying flower-promoting agent + stick twisting and band girdling (T3), spraying flower-promoting agent + 0.5 cm wide-band girdling (T4), spraying flower-promoting agent and potassium dihydrogen phosphate + 0.5 cm wide-band girdling (T5), spraying flower-promoting agent + deep-ditch uprooting and 0.5 cm wide-band girdling (T6) and CK spraying water were designed to study the effects of different regulating technologies on flowering and yields of eureka lemon. Mass fractions of flower-promoting agent, potassium dihydrogen phosphate and paclobutrazol used in the treatments were 0.66%, 0.3%, 0.1%, respectively. The results indicated that the number of flowers and flowering branches increased in all treatments. The number of flowers presented similar tendencies in treatments except T1 and T3 during the whole process of flower opening, which was low on July 29, the highest on August 13 and the lowest on December 15. The different treatments showed big influence on the amount of fruits from single plant, yield, production of bagged fruit, production of processed fruit, in which T6 showed the highest influence, followed by T6, T4, T5, T3, T1, T2, CK (untreated). The yield and benefit of T6 was 215 thousand/hm<sup>2</sup> and 139 thousand/hm<sup>2</sup>, respectively, which was the highest and 2.8 times higher compared to CK, therefore the technology in T6 could be applied to lemon production.

**Key words:** lemon; fruit of autumn flowering lemon; regulating technology

收稿日期: 2012-03-28

基金项目: 云南省科技计划党政“一把手”科技工程项目(2008QA004); 云南省德宏州柠檬产业化创新团队项目((德科创2012)001); 云南省德宏州创新人才培养计划项目(德宏科技人才2012-01-03); 现代农业(柑橘)产业技术体系柠檬综合试验站建设专项(CARS-27)

作者简介: 李进学(1980—), 男, 博士研究生, 助理研究员, 主要从事柑橘栽培生理、营养施肥与产品安全研究, ljxue810@163.com;

\*通信作者, yjq7009@163.com

近年来,亚洲柠檬进口量90%以上来自澳大利亚、西班牙、美国、南非等国家(FAO统计数据),这为中国柠檬出口,特别是反季柠檬出口提供了极大的市场空间。中国反季节柠檬鲜果现在主要依靠进口,2007年进口量达6125t,2009年超过1万t,2020年预计达86万t。中国云南省德宏州具有生产反季节柠檬的优势气候条件<sup>[1-3]</sup>。在德宏种植的柠檬一年多次开花结果,但春花果的采收主要集中在9-12月,生产量大而集中,销售价格低。传统栽培的柠檬,秋季开花通常较少,并且因夏、秋季节树体营养生长旺盛,与秋花果幼果竞争养分,不利于着果,致使秋花果的产量较低。意大利采用夏季断根处理方法,使柠檬初秋开花,第二年夏季采收;澳大利亚采用改变施肥期和控水后重灌水方法,促进柠檬晚夏、早秋开花,以培育次年夏果;美国采用花期调控,结合果实留树保鲜技术,实现柠檬果实周年采收<sup>[4]</sup>。目前国内关于柠檬秋花果栽培的报道尚少。笔者研究柠檬秋花果调控技术措施,旨在生产3-7月的反季柠檬鲜果,为实现柠檬周年生产提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

供试材料为3年生脱毒尤力克柠檬(*Citrus limon* L.(Burm. F.), Eureka)/枳砧(*Poncirus trifoliata* Raf.)。

主要试剂:促花剂由中国农业科学院柑橘研究所研制并提供;多效唑(15%可湿性粉剂)由四川国光农化有限公司生产,于当地市场购买;磷酸二氢钾( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ 以干基计,含量96.0%)由四川什邡市川鸿磷化工有限公司生产,于当地市场购买。

### 1.2 方法

#### 1.2.1 试验设计

试验在云南省农业科学院红瑞柠檬研究所柠檬试验基地进行。果园海拔780m,为缓坡地,土质红壤,肥力基本一致,pH值5.22,有机质含量2.69%,碱解氮、速效磷、速效钾含量分别为102.00、82.26、160.12 mg/kg。供试柠檬于2005年12月7日定植。采用早结丰产种植模式,株行距2m×3m,

每666.7m<sup>2</sup>栽111株,树势均匀,按常规栽培管理,2007年产量为25.5t/hm<sup>2</sup>。

试验于2008年5月至2009年5月进行。通过不同的物理、化学促花诱导处理,探寻柠檬秋花果调控生产技术措施。试验共设6个处理和1个对照,即喷施促花剂3次(T1)、喷施多效唑3次(T2)、喷施促花剂3次+环割+扭枝(T3)、喷施促花剂3次+环剥0.5cm(T4)、喷施促花剂3次+环剥0.5cm+喷施磷酸二氢钾3次(T5)、滴水线处深沟断根+环剥0.5cm+喷施促花剂3次(T6)、喷清水(CK)。促花剂、磷酸二氢钾、多效唑质量分数分别为0.66%、0.3%、0.1%。用促花剂喷成熟春梢和自剪后的夏梢。喷药在上午无露水后进行,尽量不在下午高温时喷药。选择长势基本一致的5棵柠檬树作为1个处理,3次重复,随机排列。2008年6月5-10日实施物理措施;2008年6月5日第1次喷药,6月23日第2次喷药,7月24日第3次喷药,共喷3次。

#### 1.2.2 环割、扭枝与环剥

环割部位为树主干。如果树主干太矮,则在一级分枝上进行。环割1圈。环割后按流胶防治方法进行处理,以防流胶加重。采用保湿环剥法。环剥宽度取决于主干或枝条粗细,干、枝越粗,剥口越宽,一般为0.2~0.5cm,本试验中为0.5cm。环剥深度只限于切断皮层,不伤木质部,以免柠檬叶发黄,伤害树体。为防流胶病,环剥刀要用酒精消毒,用杀菌剂喷伤口,保持伤口清洁,不能涂抹、刮,以免射线细胞受损。剥后用塑料薄膜两头紧紧捆扎,割口部分相对湿度达100%。扭枝主要是针对生长特别旺盛的枝。

### 1.3 测定指标与方法

2008年7月29日、8月13日、10月15日统计不同处理柠檬的开花数、开花枝条数和挂果数。统计秋花开花数时,每株柠檬树挂牌枝梢数为20枝,分别在东、西、南、北、中5个方位进行挂牌,5株树挂牌枝梢共100枝。2009年4月27日测定柠檬果实产量,统计单株挂果数,并分别选取6株进行实收测产。

### 1.4 数据处理

用Excel 2003进行数据分析;用SPSS11.0统计

软件进行方差分析；用 Duncan 法进行多重比较。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同调控技术对柠檬开花数与开花枝条数的影响

#### 2.1.1 对柠檬开花数的影响

不同处理均在一定程度上促进了柠檬花芽分化，使柠檬开花数增加(表 1)：T1、T3 处理均在 7 月 29 日开花数达最大值，之后开花数逐渐减小；T2、T4、T5、T6 处理在 7 月 29 日开花数较小，8 月 13 日开花数均达最大值，10 月 15 日开花数最小。CK 处理在 7 月 29 日、8 月 13 日都未开花，在 10 月 15 日才出现开花。

表 1 各处理柠檬不同时期的开花数与开花枝条数

Table 1 Number of flowers and flowering branches among the treatments in the different periods

处理	开花数/朵			开花枝条数/枝		
	07-29	08-13	10-15	07-29	08-13	10-15
T1	5.4aA	3.8aA	0.6aA	3.0aA	3.5abA	0.4aA
T2	1.0aA	3.6aA	0.2aA	1.0aA	2.0abA	0.2aA
T3	80.0cC	38.2bB	7.4bB	23.8cC	13.8cAB	2.2bB
T4	27.8bB	45.0bB	3.0aAB	11.0bAB	14.0cAB	2.4bB
T5	39.4bB	74.2cC	0.4aA	13.8bAB	21.0dC	0.4aA
T6	26.2bB	89.0cC	0.2aA	7.6abAB	19.4dBC	0.3aA
CK	0.0aA	0.0aA	2.0aA	0.0aA	0.0aA	0.8aA

同一时期各处理柠檬开花数间的差异较大(表 1)：7 月 29 日，T3、T5、T4、T6、T1、T2、CK 处理的开花数依次减小，T3、T4、T5、T6 处理均极显著高于 T1、T2、CK 处理，T3 处理极显著高于 T4、T5、T6 处理；8 月 13 日，T6、T5、T4、T3、T1、T2、CK 处理的开花数依次减小，T5、T6 处理均极显著高于其余处理，T3、T4 处理均极显著高于 T1、T2、CK；10 月 15 日，T3 处理的开花数最大，T3 与 T4 的差异达显著水平，T3、T4 与其他处理的差异均呈极显著水平。

#### 2.1.2 对柠檬开花枝条数的影响

各处理柠檬开花期进程的变化趋势表现为：除 T3 处理在 7 月 29 日开花枝条数达最大值外，其余处

理在 7 月 29 日的开花枝条均较少，8 月 13 日开花枝条数达最大值，10 月 15 日开花枝条数减少。

同一时期各处理柠檬开花枝条数间的差异较大(表 1)：7 月 29 日，T3、T5、T4、T6、T2、T1、CK 处理的开花枝条数依次减小，T3、T4、T5、T6 均显著高于其余处理，T3 处理极显著高于 T4、T5、T6 处理；8 月 13 日，T5、T6、T4、T3、T1、T2、CK 处理的开花枝条数依次减小，T5 处理均极显著高于其余处理(T6 除外)；10 月 15 日，T3、T4 的开花枝条数均极显著高于其余处理，其余处理的开花枝条数均不足 1 条。

### 2.2 不同调控技术对柠檬挂果数和挂果枝条数的影响

#### 2.2.1 对柠檬挂果数的影响

不同处理柠檬挂果数的变化趋势一致(表 2)：7 月 29 日，各处理均未挂果；8 月 13 日，除 T2、CK 处理外，其余处理都有挂果；10 月 15 日，挂果数达最大值。

表 2 各处理柠檬不同时期的挂果数和挂果枝条数

Table 2 Number of fruits and fruit branches among the treatments in the different periods

处理	挂果数/个			挂果枝条数/枝		
	07-29	08-13	10-15	07-29	08-13	10-15
T1	0.0	0.6aA	57.2bcAB	0.0	0.1aA	28.2ab
T2	0.0	0.0aA	56.6bB	0.0	0.0aA	24.6ab
T3	0.0	29.4cC	39.2aAB	0.0	12.0bB	23.0ab
T4	0.0	6.0abA	65.0bB	0.0	2.6aA	35.2b
T5	0.0	27.4cC	50.2bAB	0.0	9.3bB	22.2ab
T6	0.0	9.6bAB	79.8cC	0.0	4.1aA	34.2b
CK	0.0	0.0aA	23.6aAB	0.0	0.0aA	10.4a

同一时期柠檬挂果数的差异较大(表 2) 8 月 13 日，T3、T5、T6、T4、T1、T2 和 CK 的挂果数依次减小，T3、T5 与 T1、T2、T4、T6、CK 的差异均达极显著水平；10 月 15 日，T6、T4、T1、T2、T5、T3、CK 的挂果数依次减小，T6 处理与其余处理的差异均达极显著水平(T6 处理的挂果数是对照的 3.4 倍)，T1、T2、T4、T5 与 CK 的差异均达显著水平。

### 2.2.2 对柠檬挂果枝条数的影响

不同处理柠檬挂果枝条数的变化趋势一致(表2):7月29日,各处理均无挂果枝条;8月13日,除T2、CK处理外,其余处理都有挂果枝条;10月15日,挂果枝条数达最大值。

同一时期柠檬挂果枝条数的差异较大(表2):8月13日,T3、T5、T6、T4、T1、T2和CK的挂果枝条数依次减小,T3、T5与其余处理的差异都呈极显著水平;10月15日,T4、T6、T1、T2、T3、T5、CK的挂果枝条数依次减小,其中T4、T6的挂果枝条数与对照的差异显著。

### 2.3 不同调控技术对柠檬产量与产出效益的影响

#### 2.3.1 对柠檬产量的影响

柠檬单株果数、单株产量、单株优质套袋果质量、单株加工果质量、总产量的变化趋势都表现一致(表3),按指标数值排序,各处理从大到小依次为T6、T4、T5、T3、T1、T2、CK,其中,T6的单株果数、单株产量、单株优质套袋果质量、单株加工果质量分别比对照增加了172.9%、178.3%、178.9%、174.4%,与CK的差异均达极显著水平。与对照相比,T3、T4、T5、T6的总产量分别增加了105.7%、173.4%、141.5%、178.9%,与对照差异均达极显著水平;T4、T6处理柠檬总产量间的差异不显著,但显著高于其他处理。

表3 不同处理柠檬的单株果数和产量

Table 3 Yields of different treatments

处理	单株果数/个	单株产量/kg	单株优质套袋果质量/kg	单株加工果质量/kg	总产量/(kg·hm <sup>-2</sup> )
T1	121.8bBC	22.8abcABC	16.0abcABC	6.9abcABC	38 031.0abcABC
T2	111.6bBC	21.0abAB	14.7abAB	6.3abAB	34 936.5abAB
T3	131.8bBC	26.5bcdBC	18.5bcdBC	7.9bcdABC	44 050.5bcdBC
T4	182.0cC	35.2dC	24.6dC	10.6dD	58 552.5dC
T5	150.8bcBC	31.1cdBC	21.8cdBC	9.3cdBC	51 723.0cdBC
T6	187.2cD	35.9dC	25.1dC	10.7dD	59 722.5dC
CK	68.6aA	12.9aA	9.0aA	3.9aA	21 417.0aA

### 2.3.2 对柠檬产出效益的影响

柠檬价格为当年市场价格,统货销售以3.6元/kg计算。由表4可见,T6处理投入最高,是对照的2.8倍,其产值(21.5万元/hm<sup>2</sup>)和利润(13.9

万元/hm<sup>2</sup>)也最高,利润是对照的2.8倍;T2处理投入最低,是对照的1.77倍,其利润是对照的1.56倍。T4、CK的产出与投入比最高,都为2.85;T6的产出与投入比为2.83。

表4 不同处理的投入与产出情况

Table 4 Costs and benefits of different treatments

处理	化学调节剂费用/(元·hm <sup>-2</sup> )	工时费用/(元·hm <sup>-2</sup> )	化肥农药投入/(元·hm <sup>-2</sup> )	套袋费用/(元·t <sup>-1</sup> )	采果费用/(元·t <sup>-1</sup> )	总成本/(万元·hm <sup>-2</sup> )	总产量/(t·hm <sup>-2</sup> )	产值/(万元·hm <sup>-2</sup> )	利润/(万元·hm <sup>-2</sup> )
T1	2 925	4 050	4 500	800	260	5.2	38.0	13.7	8.5
T2	2 040	4 050	4 500	800	260	4.8	34.9	12.6	7.8
T3	2 925	5 400	4 500	800	260	6.0	44.1	15.9	9.9
T4	2 925	4 950	4 500	800	260	7.4	58.6	21.1	13.6
T5	3 465	6 300	4 500	800	260	6.9	51.7	18.6	11.7
T6	2 925	5 625	4 500	800	260	7.6	59.7	21.5	13.9
CK	0	0	4 500	800	260	2.7	21.4	7.7	5.0

### 3 结论与讨论

本研究中各调控措施均可不同程度地使柠檬开花数、开花枝条数增加。

环割是果树栽培上调控营养生长与生殖生长的重要技术措施,主要用于控制旺长,抑制冬梢,促进成花和座果<sup>[4-9]</sup>。本研究结果表明,经 6 月初不同调控技术处理后,柠檬花芽诱导致使开花主要集中在 7 月 29 日,喷施促花剂 3 次+环割+扭枝处理的开花数达最大值。主干环割对早香柚的成花有促进作用<sup>[10]</sup>。本研究结果与其相似。生产中,对于整株过旺的柠檬树,可在主干上环割;对于大枝过旺的柠檬树,可在枝的基部环割。结合栽培管理的加强,如增施有机肥和喷施叶面肥、合理修剪和及时防治病虫害等,可为秋花调控提供有效保障。

各处理柠檬产量均比对照产量高,喷施促花剂 3 次+环割+扭枝处理开花数的峰值高于其他处理的峰值,即使在 10 月 15 日也显著高于多数处理,表明该处理的花期是各处理中最长的,其开花总数也高于其他处理,但其产量并不是最高的,可见,开花多,需要消耗树体的养分也多,导致幼果期树体养分供应不足,着果数减少。

多效唑是一种植物生长延缓剂,是柠檬促花剂的主要成分,对苹果、梨、桃、樱桃、柑橘等多种果树的营养生长有较强的抑制作用<sup>[11]</sup>。落花后给脐橙幼果涂抹赤霉素(GA)和卞基腺嘌呤(BA)的保果效果较好<sup>[12]</sup>。本研究中主要通过激素来调控、诱导开花挂果,试验结果与文献<sup>[12]</sup>报道的结果相似。对于促花剂的用量、使用方法和使用时间,要根据具体树体来决定。

各处理的挂果数差异较大,不同处理是否影响柠檬的果实发育和品质形成还有待研究。对于由环割、促花剂、矿质营养元素和肥料等因素组合而成的柠檬调控促花技术,影响其技术效果的因素很

多,要综合考虑,尽量采取有效的调控措施应用于生产。本研究中利润最高的调控技术是滴水线下深沟断根+环剥 0.5 cm+喷施促花剂 3 次,结合柠檬生产实际,可选择该调控技术进行柠檬反季节生产。

#### 参考文献:

- [1] 高俊燕,周东果,岳建强,等.德宏柠檬生理落花落果的变化规律研究[J].西南农业学报,2008,21(2):328-331.
- [2] 岳建强,杨恩聪.优质柠檬早结丰产栽培新技术[M].昆明:云南科学技术出版社,2009:4-5.
- [3] 高俊燕,周东果,岳建强,等.费米耐劳柠檬引种研究初报[J].西南农业学报,2008,21(3):495-498.
- [4] 张海岚,吴定尧.螺旋环剥、抹花穗等处理对幼龄妃子笑荔枝开花的影响研究初报[J].广东农业科学,2000(2):23-25.
- [5] 季作梁,陈小梅,黄晓红.花前螺旋环剥促进妃子笑荔枝幼树着果的研究[J].中国南方果树,1996,25(1):38.
- [6] 袁荣才,黄辉白.调节源-库关系看环剥荔枝幼树根梢生长与坐果的调控[J].果树科学,1993(4):195-198.
- [7] 周贤军,吴定尧,黄辉白,等.螺旋环剥对幼龄荔枝树生长结果的调控作用[J].园艺学报,1996,23(1):13-18.
- [8] Yuan R C, Huang H B. Litchi fruit abscission: Its pattern, effect of shading and relation to endogenous abscisic acid[J]. Scientia Horticulturae, 1988, 36: 281-292.
- [9] 徐炯志,卢美英,符兆欢,等.不同促进愈合措施对荔枝环剥伤口愈合的影响[J].广西植物,2004,24(3):286-288.
- [10] 徐文荣,陈秋夏.研究主枝环剥与主干环割对早香柚冬梢抽发及结果的效应[J].福建果树,2005(2):19.
- [11] 黄卫东.PP<sub>333</sub>一种新的植物生长调节剂[J].园艺学报,1988,15(1):27-31.
- [12] 彭良志.BA及GA<sub>3</sub>对华盛顿脐橙幼果<sup>14</sup>C-光合产物调配的影响[J].园艺学报,1990,17(2):111-116.

责任编辑:王赛群