

几种简易设施栽培对椪柑果实品质的影响

万勇^{1,2} 李春玲² 邹远鹏² 黄先彪² 彭抒昂¹ 邓秀新¹

1. 华中农业大学园艺林学学院, 武汉 430070; 2. 湖北省当阳市农业局, 当阳 444100

摘要 以黔阳无核椪柑为试验材料, 分别于2007和2008年采用大棚、遮阳网等简易设施和地面覆膜措施, 研究简易设施对椪柑果实品质的影响。结果表明: 在延迟采收过程中, 各简易设施均不同程度地提高了果实可溶性固形物和可滴定酸含量, 降低了浮皮空间率, 大棚和遮阳网之间的可溶性固形物和酸含量无显著差异; 随着成熟期的推移, 各处理的蔗糖、果糖和葡萄糖含量均呈上升趋势, 而对照处理后期有下降趋势; 成熟后期大棚和遮阳网覆膜处理的果实总糖含量显著高于对照, 而2种处理之间无显著差异; 2a中各简易设施处理果实的柠檬酸含量变化趋势基本一致, 成熟后期酸含量要高于对照。

关键词 简易设施栽培; 椪柑; 可溶性固形物; 可滴定酸; 浮皮空间率; 可溶性糖; 有机酸

中图分类号 S 628 **文献标识码** A **文章编号** 1000-2421(2011)05-0572-06

设施栽培不仅可以通过促成或延迟栽培方式, 来达到改变果实的成熟期, 提高果实品质, 还可起到有效避免自然灾害等多种作用。近年来, 人们通过栽培设施改变温州蜜柑生长的环境条件, 在延长成熟期和改善品质上收到了良好的效果^[1-3]。

果树上常见的设施类型包括温室、塑料大棚等, 但利用温室等设施进行促成栽培因成本太高而难以推广, 故我国柑橘生产上更多地采用简易设施被覆式的延后完熟栽培。迄今有关柑橘简易设施栽培已有一些调查和探索^[4-5], 但以椪柑(*Citrus reticulata* Blanco cv. *ponkan*)为研究对象的设施栽培延迟采收过程中的果实品质变化研究, 国内外还鲜有报道。本研究以黔阳无核椪柑为试材, 分析比较避雨棚、遮阳网与地面覆盖等简易设施对椪柑果实成熟过程中的品质变化, 以为简易设施栽培方式的选择提供依据。

1 材料与方法

1.1 材料

试验地位于湖北省当阳市半月镇凤凰山现代生态农业园区, 大棚均为简易避雨棚, 无裙膜。遮阳网采用棚架式覆盖, 并与树冠顶部留有50~100 cm空间。地膜选择生产上应用较多的银黑反光膜(江苏

米可多农膜有限公司生产)。供试品种为黔阳无核椪柑, 2007年盛花期为4月17日, 2008年为4月18日。供试植株均为9年生枳砧树, 生长结果正常, 设施内外水肥及树势管理一致、常规管理。所有果园土壤均为黄棕壤土。

1.2 试验设计

试验采用完全随机设计, 以单行9株树为1个小区, 3次重复, 处理间设保护行。地膜与天膜(大棚、遮阳网)均采用整行覆盖, 地膜宽度为4 m, 而大棚与遮阳网宽度为6 m, 并覆盖至树冠四周。试验设3个处理, ①大棚覆膜: 花后150 d(晴天)覆盖地膜并全面盖上顶膜; ②遮阳网覆膜: 花后150 d覆盖地膜, 花后210 d覆盖遮阳网; ③对照: 不覆盖任何地膜与天膜。

在处理当天及以后每隔20 d取样1次, 直到收获为止, 2008年由于雪灾天气少采1次样。每个小区选取5株树为采样树, 取样时按树冠外围的东、南、西、北部各方向随机取中等大小的正常果实10~12个, 立即放入密封袋内, 带回实验室后分离果皮和果肉, 果肉一部分用于常规品质的测定, 另一部分榨汁, 经3层纱布过滤后, 贮存于-80℃冰箱中用于糖酸测定。

1.3 可溶性固形物及可滴定酸含量测定

可溶性固形物含量用手持折光仪测量, 可滴定

收稿日期: 2011-01-24

基金项目: 国家科技支撑项目(2006BAD07B06-13)、公益性行业(农业)科研专项(nyhyzx07-023-02)和现代柑橘产业技术体系建设专项资金
万勇, 硕士, 研究方向: 柑橘栽培生理研究。E-mail: wy_citrus@yahoo.com.cn

通讯作者: 邓秀新, 博士, 教授, 中国工程院院士。研究方向: 柑橘生物技术与育种、柑橘栽培技术。E-mail: xxdeng@mail.hzau.edu.cn

酸的测定参考李锡香等^[6]的方法。

1.4 浮皮空间率分析

浮皮空间率的测定参照文献^[2]进行。

1.5 可溶性糖和有机酸含量分析

提取和检测的过程参照顾建芹等^[7]的方法,并稍作改进。用仪器自带的色谱化学工作站进行数据处理。所用果糖、葡萄糖、蔗糖、苹果酸和柠檬酸的标准样品均为色谱纯,购自 Sigma 公司。

1.6 数据统计分析

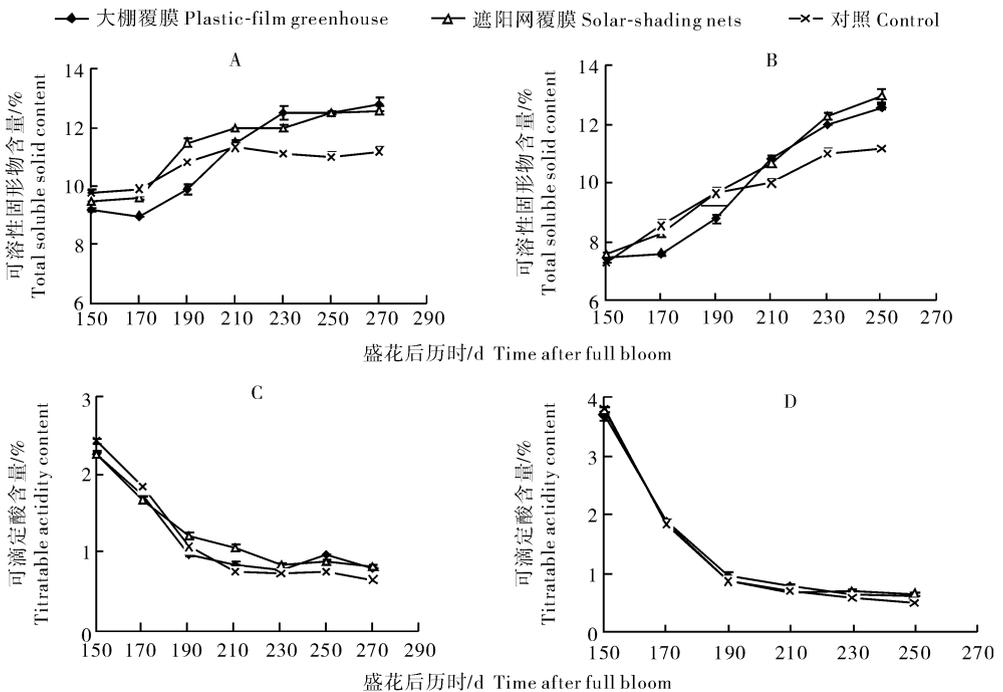
用 Excel 软件处理数据,应用 SAS 软件 ANOVA 过程作差异显著性测验。

2 结果与分析

2.1 常规品质的变化

1)可溶性固形物。由图 1-A 可知:2007 年 3 种处理均从花后 170 d 开始可溶性固形物含量上升,

在花后 270 d 达到最高值。在花后 150~210 d,遮阳网覆膜和对照处理的可溶性固形物含量一直高于大棚覆膜,其中在正常采收期即花后 210 d 时,遮阳网覆膜最高为 12.0%,同时期大棚覆膜和对照的可溶性固形物含量分别为 11.3%和 11.4%。对照的可溶性固形物含量在花后 210 d 以后一度有下降趋势,之后又略有升高。随着果实进一步成熟,大棚覆膜的可溶性固形物含量增长速率较快,而遮阳网覆膜则增加趋势减缓,至花后 270 d 时,大棚覆膜、遮阳网覆膜的含量分别达到 12.8%、12.6%,而对照仅为 11.2%,大棚覆膜、遮阳网覆膜处理分别比对照提高 1.6 和 1.4 个百分点。2008 年的可溶性固形物含量变化(图 1-B)具有与 2007 年相似的特点,3 种处理的可溶性固形物含量持续上升。盛花 230 d 以后,大棚与遮阳网处理的可溶性固形物含量均显著高于对照,但两者之间无显著差异。



A:2007 年可溶性固形物含量变化 Change of total soluble solid content in 2007; B:2008 年可溶性固形物含量变化 Change of total soluble solid content in 2008; C:2007 年可滴定酸含量变化 Change of itratable acidity content in 2007; D:2008 年可滴定酸含量变化 Change of itratable acidity content in 2007.

图 1 椪柑果实成熟过程中可溶性固形物和可滴定酸含量变化

Fig.1 Changes of total soluble solid and itratable acidity content of ponkan fruits during maturation in 2007 and 2008

2)可滴定酸。由图 1-C 可知,2007 年简易设施处理和对照可滴定酸的含量变化趋势相近,即花后 150~190 d 迅速下降,190 d 以后,下降速率变缓,但在花后 250 d 时又有略微上升,之后又略有下降。

在花后 210 d 以后,大棚覆膜与遮阳网覆膜的可滴定酸含量略高于对照,但差异不显著。2008 年可滴定酸含量的变化趋势与 2007 年相似,190 d 以后,各处理的可滴定酸含量变化趋于稳定,3 个处理的

可滴定酸含量差异不明显。年度差异方面,花后 210 d 以后,2008 年的可滴定酸含量比 2007 年略低。

2.2 浮皮空间率的变化

由表 1 可以看出,2007 和 2008 年 2 a 的浮皮空

间率在果实发育过程中变化趋势一致,处理和对照均在此过程中呈上升趋势,其中对照上升最为明显。2 a 的数据一致表明,与对照相比,大棚覆膜与遮阳网覆膜均显著降低了浮皮空间率,而大棚的浮皮空间率更低。

表 1 椪柑果实成熟过程中浮皮空间率的变化

Table 1 Changes in volume of peel puffing rate of ponkan fruits during maturation

处理 Treatment	170 d		190 d		210 d		230 d		250 d		%
	2007	2008	2007	2008	2007	2008	2007	2008	2007	2008	
大棚覆膜 Plastic-film greenhouse	0.35 a	0.50 a	0.37 a	4.14 b	0.86 a	3.27 b	2.38 b	3.64 b	3.21 c	3.86 b	
遮阳网覆膜 Solar-shading nets	0.38 a	0.45 a	0.45 a	3.87 b	0.85 a	3.46 b	3.23 b	3.68 b	4.61 b	4.56 b	
对照 Control	0.42 a	0.39 a	0.40 a	5.69 a	0.80 a	6.25 a	5.69 a	6.62 a	6.28 a	8.57 a	

2.3 可溶性糖的变化

1) 果糖。从图 2-A、B 可以看出:2 a 果糖含量变化前期基本相同,即花后 150~210 d,各处理的果糖含量持续上升;在花后 210 d(11 月 25 日)以后,2007 年大棚覆膜(图 2-A)仍呈缓慢上升趋势,遮阳网覆膜在花后 210~250 d 略有下降,花后 250 d 以后又有所上升,两者含量在花后 270 d 时达到最高,分别为 40.6、46.8 mg/g,而对照在花后 210 d 以后则一直保持缓慢下降趋势,花后 270 d 时仅为 32.8 mg/g;2008 年果糖变化趋势(图 2-B)与 2007 年相近,大棚覆膜与遮阳网覆膜由花后 210 d 开始上升,至花后 250 d(2009 年 1 月 5 日)分别达到最高值 39.9 mg/g、35.0 mg/g,同期对照仅为 29.6 mg/g。

2) 葡萄糖。由图 2-C、D 可以看出,2 a 葡萄糖含量的变化趋势与果糖基本相同。

3) 蔗糖。从图 2-E 可以看出,2007 年大棚覆膜处理的蔗糖含量在花后 150~230 d 上升了 51.8 mg/g,之后则明显下降;遮阳网覆膜从花后 150 d 开始一直呈上升趋势,至花后 270 d 时达到最高,为 48.4 mg/g;对照在花后 250 d 以前缓慢上升,之后又呈下降趋势,花后 270 d 时为 39.7 mg/g。2008 年各处理蔗糖含量的变化(图 2-F)与 2007 年基本相同,只是大棚覆膜在花后 230 d 以后没有出现下降趋势。

4) 总糖。由图 2-G 可知,2007 年大棚覆膜处理的总糖含量在花后 250 d 之前持续上升,之后略有下降;遮阳网覆膜的总糖含量一直保持上升趋势,在花后 270 d 时达到最高;对照的总糖含量呈现先上升后下降的趋势。2008 年 3 个处理总糖含量的变化趋势(图 2-H)与 2007 年比较具有相似的特点。在花后 250 d 采收时,大棚覆膜与遮阳网覆膜处理

的总糖含量均高于对照,其中大棚覆膜高于遮阳网覆膜。从图 2-H 还可以看出,2008 年简易设施对椪柑总糖含量有明显影响,在花后 230 d(12 月 15 日)以后,2 种简易设施的总糖含量相对对照显著增加,方差分析表明,均达到显著性水平($P < 0.05$),其中大棚略高于遮阳网。

2.4 酸组分含量的变化

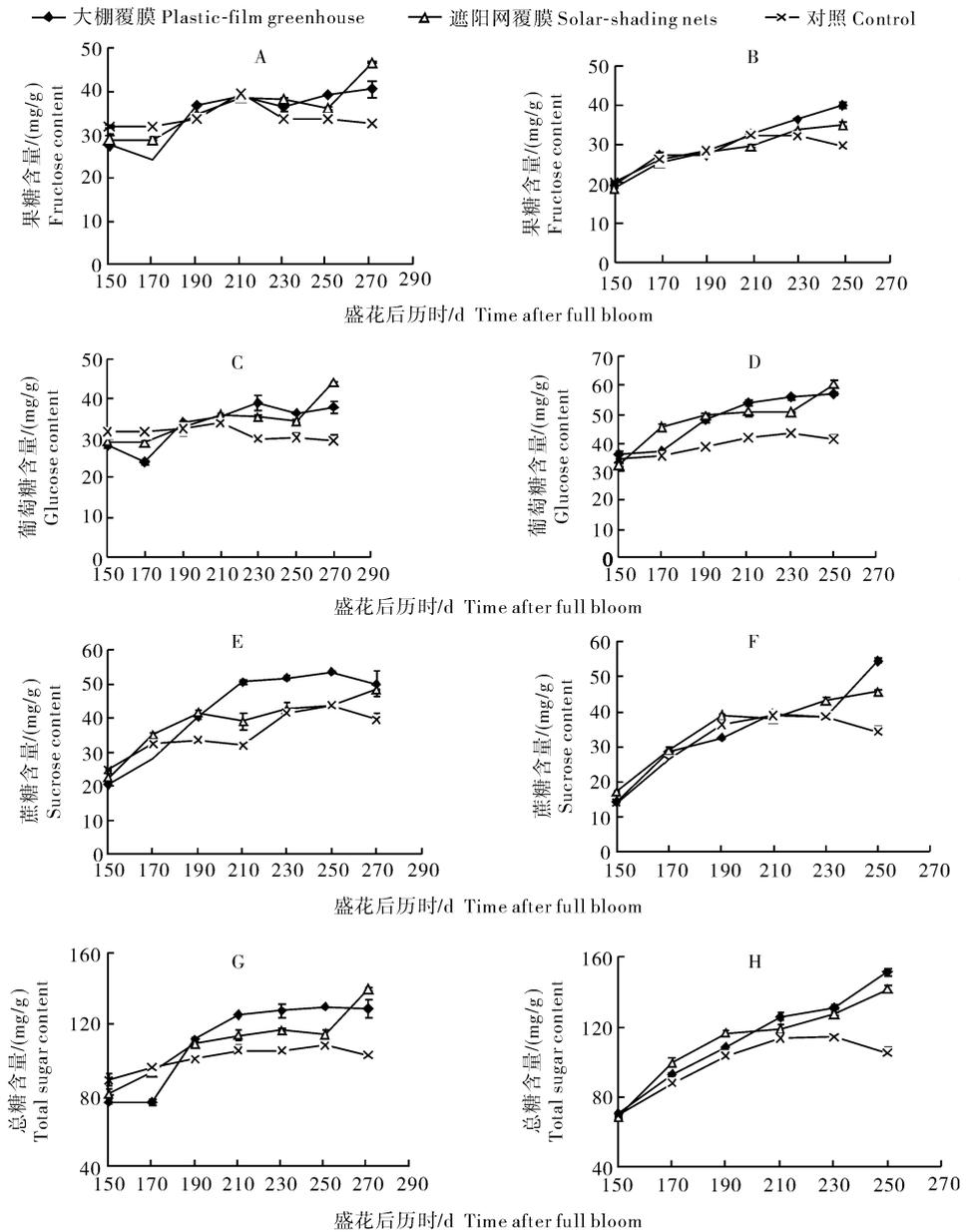
1) 苹果酸。由图 3-A 可知,2007 年 3 种处理的苹果酸含量变化趋于稳定,保持在 0.6 mg/g 左右。2008 年各处理的苹果酸含量变化起伏较大(图 3-B),但基本稳定在 1.5 mg/g。

2) 柠檬酸。从图 3-C、D 可以看出:各处理的柠檬酸含量均随果实发育呈下降趋势,其中以花后 150~210 d 下降最快,之后则变化较慢。在花后 230 d(12 月 15 日)时,大棚覆膜的柠檬酸含量显著高于遮阳网和对照($P < 0.05$),遮阳网内的柠檬酸含量要高于对照,2007 年分别为 7.2、5.5、4.0 mg/g,2008 年分别为 8.3、7.3、5.9 mg/g。

3) 总酸。柑橘果实中的酸成分以柠檬酸为主,故总酸的变化趋势与柠檬酸相近(图 3-E、F)。

3 讨论

本研究表明 2 种简易设施条件下延迟柑橘采收对促进果实糖积累进而提高果实品质具有较好的效果。在 2007—2008 年度,2 种简易设施均可使柑橘果实中果糖、葡萄糖、蔗糖含量明显提高。简易设施条件下可溶性固形物的变化趋势与总糖相吻合,也是在花后 230 d 之后持续上升,而对照则有下降趋势。这可能是由于简易设施与覆膜有效控制成熟期的土壤水分,而适度的水分胁迫会提高果实的含糖



A:2007 年果糖含量变化 Change of fructose content in 2007; B:2008 年果糖含量变化 Change of fructose content in 2008; C: 2007 年葡萄糖含量变化 Change of glucose content in 2007; D: 2008 年葡萄糖含量变化 Change of glucose content in 2008; E:2007 年蔗糖含量变化 Change of sucrose content in 2007; F: 2008 年蔗糖含量变化 Change of sucrose content in 2008; G:2007 年总糖含量变化 Change of total sugar content in 2007; H:2008 年总糖含量变化 Change of total sugar content in 2008.

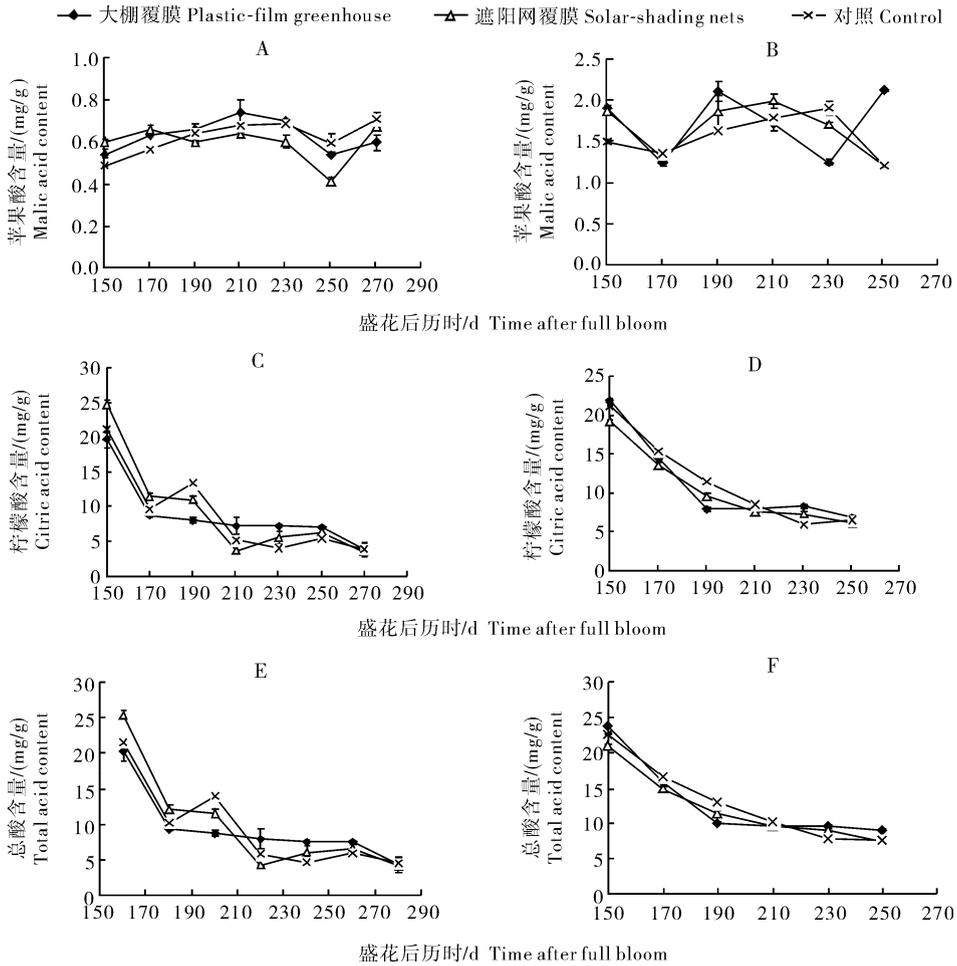
图 2 椪柑果实成熟过程中可溶性糖含量的变化

Fig. 2 Changes in content of soluble sugars of ponkan fruits during fruit maturation

量^[8-9]。2 a 中各处理的柠檬酸含量变化差异小,成熟后期大棚和遮阳网覆膜处理的酸含量略高于对照。这表明设施条件对酸含量的变化影响较小。Morimoto 等^[10]在研究 1996—2004 年不同气候条件对温州蜜柑糖酸的影响时发现,不同年份之间糖含量变化差异大,酸含量差异小,而 10 月和 11 月降

雨量与糖含量呈显著负相关,本研究所得结果与此一致。但是石学根等^[2]在温州蜜柑的设施栽培试验中却得出了相反的结论,他们发现设施内的总糖含量反而低于露地,这可能是不同年份的气候条件差异引起的。

采收期的确定,不仅要看来果实着色的时间,还需



A: 2007年苹果酸含量变化 Changes of malic acid content in 2007; B: 2008年苹果酸含量变化 Changes of malic acid content in 2008; C: 2007年柠檬酸含量变化 Changes of citric acid content in 2007; D: 2008年柠檬酸含量变化 Changes of citric acid content in 2008; E: 2007年总酸含量变化 Changes of total acids content in 2007; F: 2008年总酸含量变化 Changes of total acids content in 2008.

图 3 椪柑果实成熟过程中有机酸含量的变化

Fig. 3 Changes of organic acids content of ponkan fruits during maturation

要综合考虑果实品质如糖酸积累、浮皮率等方面的因素。当阳地区正常采收期为花后 210 d 即 11 月 25 日,而此时果实尚未完全着色。本研究表明,花后 230 d 以后,采用简易设施处理的果实总糖含量还在继续升高,故在品质提高方面,采用简易设施进行延迟栽培有一定的现实意义。2 a 的浮皮率变化趋势相似,棚内与覆膜浮皮空间率变化平稳,而露地对则持续增长。当阳地区的实际情况为露地正常采收期在 11 月中下旬,我们认为可以适当延迟,对于遮阳网防霜栽培而言,最佳采收期可延迟到 12 月下旬,而对于简易大棚栽培而言,最佳采收期可延迟到 1 月中下旬。

在延迟采收期间,大棚覆膜总糖含量与遮阳网覆膜无显著差异,其中 2008 年大棚覆膜总糖含量高

于遮阳网覆膜,2007 年大棚覆膜低于遮阳网覆膜。成本方面,不同简易设施类型成本造价不一,简易大棚采用钢架材料,因此材料和建设成本较高,而遮阳网成本相对较低。因此,综合成本因素考虑,宜采用遮阳网覆膜作为椪柑的延迟栽培模式。

参 考 文 献

- [1] 陈俊伟,张上隆,谢鸣,等. 柑橘完熟采收增糖效应及其机理[J]. 果树学报, 2003, 20(4): 247-250.
- [2] 石学根,徐建国,林媚,等. 设施栽培条件下冬季温州蜜柑果实品质的变化[J]. 浙江农业学报, 2006, 18(1): 32-36.
- [3] 方波. 设施柑橘延迟栽培中的果实品质变化[D]. 武汉: 华中农业大学园艺林学学院, 2007.
- [4] 李家棠. 脐橙防冻用遮阳网效果好[J]. 中国南方果树, 2004, 33

- (6):6.
- [5] 王振兴,彭良志,曹立,等. 四川盆地柑橘简易设施果实留树越冬效果调查[J]. 中国南方果树, 2009, 38(2):14-16.
- [6] 李锡香. 新鲜果蔬的品质及其分析法[M]. 北京: 中国农业出版社, 1994:186-189.
- [7] 顾建芹. 暗柳橙及其突变体红暗柳橙果实发育过程中糖酸组分的变化[D]. 武汉: 华中农业大学园艺林学学院, 2007.
- [8] CUI N, DU T, KANG S, et al. Regulated deficit irrigation improved fruit quality and water use efficiency of pear-jujube trees[J]. *Agricultural Water Management*, 2008, 95:489-497
- [9] HOCKEMA B, ETXEBERRIA E. Metabolic contributors to drought-enhanced accumulation of sugar and acids in oranges [J]. *J Am Soc Hortic Sci*, 2001, 126:599-605.
- [10] MORIMOTO T, OUCHI Y, SHIMIZU M, et al. Dynamic optimization of watering Satsuma mandarin using neural networks and genetic algorithms[J]. *Agri Water Manage*, 2007, 93: 1-10.

Effects of different low-cost protected cultivations on quality of ponkan fruit

WAN Yong^{1,2} LI Chun-ling² ZOU Yuan-peng²
HUANG Xian-biao² PENG Shu-ang¹ DENG Xiu-xin¹

1. *College of Horticulture and Forestry, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China;*
2. *Agricultural Bureau of Dangyang County, Hubei Province, Dangyang 444100, China*

Abstract The field experiments were conducted to delay the harvest cultivation of ponkan (*Citrus reticulata* Blanco cv. *ponkan*) in 2007 and 2008 using low-cost protected cultivation (plastic-film greenhouses and solar-shading nets) combined with ground plastic-film mulching. To evaluate the effect of protected cultivation on the improvement of fruit quality, the content of total soluble solid, titratable acidity, sugars and acids in ponkan fruits were measured under different cultivation models. Results showed that total soluble solid and titratable acidity of fruits from low-cost protected cultivation were higher than that of untreated control, while the volume of puffiness rate was significantly lower than that of the control. There was no significant difference in total soluble solid and titratable acidity between plastic-film greenhouses cultivation and solar-shading nets protected cultivation in the late development season of fruit. The sucrose, glucose and fructose content of all treatments increased with fruit maturity, whereas those of the control decreased in delayed harvest. Total sugars of fruits from ground plastic-film mulching in plastic greenhouses and plastic-film mulching under solar-shading nets were significantly higher than that of the control in the open field with delayed harvest, and there was no significant difference between two protective cultivations. The citric acid content during fruit maturation under different treatments shared a similar change, and the content of fruits from plastic-film mulching was higher than that of control in delayed harvest.

Key words low-cost protected cultivation; ponkan (*Citrus reticulata* Blanco cv. *ponkan*); soluble solid; titratable acidity; volume of peel puffing rate; soluble sugar; organic acid

(责任编辑:张志钰)