

# CPPU 处理对采后猕猴桃品质及耐冷性的影响

王 玮, 靳 蜜 静, 饶 景 萍

(西北农林科技大学 园艺学院, 陕西 杨凌 712100)

**摘 要:**以“徐香”猕猴桃为试材,于盛花后 15 d 分别用 10、20 mg/L CPPU 浸蘸猕猴桃幼果,清水作为对照,研究了不同浓度 CPPU 处理对采后“徐香”猕猴桃果实品质和耐冷性影响。结果表明:果实单果重随着 CPPU 使用浓度增大而增大,但相比对照, CPPU 处理不同程度地降低了果实干物质含量、硬度、可溶性固形物含量、糖酸比、维生素 C 等品质指标,20 mg/L 处理对果实品质的损害大于 10 mg/L 处理。贮藏过程中 20 mg/L 处理的膜损伤程度最高,果实冷敏性提高,冷害发生提早,冷害率、冷害指数显著高于其它处理,贮藏结束时果实失重率高,好果率低。研究表明,高浓度的 CPPU 增大“徐香”猕猴桃果实的同时,显著降低了采后果实的品质及耐冷性。

**关键词:**猕猴桃;CPPU;浓度;品质;冷害

**中图分类号:**S 663.409<sup>+</sup>.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)01-0111-07

猕猴桃起源于中国,美味可口,富含维生素 C 等营养成分,被誉为“水果之王”。目前,我国多数产区自然栽培情况下,一般果个较小,单产较低。CPPU 属苯脲类细胞分裂素,又名氯吡苯脲、吡效隆等,具有增大果实、提高坐果率、诱导单性结实等作用,多年来广泛应用于猕猴桃生产<sup>[1-2]</sup>。

CPPU 能显著提高猕猴桃的单果重及总产量<sup>[3]</sup>,满足了市场需求。然而,高浓度的 CPPU 在显著提高猕猴桃单果重的同时,随之带来的果实畸形、风味品质降低、耐贮性降低等问题不容忽视<sup>[4]</sup>。2002—2003 年,陕西省猕猴桃产业出现了历史上的“滑铁卢”:贮藏期间冷害率高,“烂库”现象普遍发生,价格狂跌,销售损耗率高达 30%~40%,经调查发现,大规模滥用 CPPU 为主要原因<sup>[5]</sup>。

根据 2011 年国内数据统计,中国目前是世界上猕猴桃栽培面积和产量最大的国家<sup>[6]</sup>。然而,中国猕猴桃出口总量、出口金额占世界的比重尚不足 5%<sup>[7]</sup>,与新西兰、意大利、智利等生产强国还有很大差距。因此,推进栽培管理标准化,科学使用生长调节剂,加强采后贮藏管理,切实提高猕猴桃商品品质,才能提高我国猕猴桃在国际市场中的竞争力。

在陕西省主产区眉县、周至县等地走访调查发现,在猕猴桃栽培管理过程中 CPPU 的使用仍缺乏科学规范,多数果农依靠经验,使用浓度过高的现象仍很普遍。目前,有关 CPPU 对采后猕猴桃果实耐贮性、耐冷性的影响鲜有报道。现以美味系“徐香”猕猴桃为试验材料,研究了不同浓度 CPPU 处理对猕猴桃果实采后风味品质及贮藏性、耐冷性的影响,以期为 CPPU 在猕猴桃生产中合理应用提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

试验材料为 8 年生“徐香”猕猴桃。供试植株生长健壮,树势基本一致。供试 CPPU 溶剂由四川省兰月科技有限公司生产(农药登记证号:PD20070455),有效成分含量 0.1%。

### 1.2 试验方法

试验于 2014 年 6 月 4 日(“徐香”猕猴桃盛花期后 15 d)在陕西省眉县青化村一管理良好的果园进行。试验设置 3 个区组,每 8 株树为一个小区,区组内随机排列,每区组 3 个重复。分别采用 10 mg/L<sup>[8]</sup>(前人研究的适宜浓度)和 20 mg/L(目前生产中使用最广泛的浓度)CPPU 水溶液浸蘸猕猴桃幼果,清水处理作为对照。蘸果时间 2~3 s,溶液浸没果萼。供试树的栽培管理与园中其它树相同,按常规方法进行。采收时,对照、10 mg/L 处理、20 mg/L 处理的单株平均负载量分别为 15.21、16.95、17.80 kg。

在果实平均可溶性固形物含量达到 6.5%~7.5% 时,小区内混合采收。选取成熟度一致、无病虫害、无机

**第一作者简介:**王玮(1990-),女,硕士研究生,研究方向为采后生理及贮藏保鲜。E-mail:wangwei90825@163.com

**责任作者:**饶景萍(1957-),女,硕士,教授,研究方向为采后生理及贮藏保鲜。E-mail:dqr0723@163.com

**基金项目:**陕西省科技统筹创新工程计划资助项目(2012KTJD03-05);国家科技支撑计划资助项目(2015BAD16B03)。

**收稿日期:**2015-09-24

机械损伤的果实当天运回实验室,各处理按单果重进行分级,选取具代表性的试验用果。于采收当天从每重复中随机取 20 个果进行单果重、横径、纵径、干物质含量等品质指标的测定。其它果实入库冷藏(冷藏条件为 $(0 \pm 1)^{\circ}\text{C}$ ,RH $(90\% \pm 5\%)$ )。贮藏过程中每 10 d 取样进行相关指标的测定,并留样液氮速冻保存于 $-80^{\circ}\text{C}$ 的超低温冰箱中用于相关酶活性测定。同时,每重复取 30 个果实移置 $20^{\circ}\text{C}$ 室温条件下,放置 5 d 模拟货架期,统计冷害率及冷害指数。贮藏结束时,取样测定品质相关指标。贮藏时从每重复中随机抽取 100 个果,用于出库时统计失重率 and 好果率。

### 1.3 项目测定

1.3.1 品质指标 单果重和果实纵径、横径分别采用电子天平和游标卡尺测定。干物质含量采用烘干法测定。果肉硬度和可溶性固形物含量(SSC)分别用意大利 FT-327 型硬度计和手持测糖仪(WYT-4 型)测定。可溶性总糖含量测定用蒽酮比色法;维生素 C 含量的测定参照曹建康等<sup>[9]</sup>用 2,6-二氯酚靛酚滴定法测定,以还原型抗坏血酸计,单位:mg/kg(鲜样质量)。可滴定酸含量用水果酸度计 KMF835(韩国,G-WON 公司)测定。内果皮色度用 CR-400 色差计(日本,美能达公司)测定,将果

实横切后测内果皮色度, $L^*$  值代表果肉亮度,能反映果实褐变及成熟衰老情况<sup>[10]</sup>。

1.3.2 生理指标 失重率 and 好果率的测定参照马秋诗等<sup>[11]</sup>的方法。相对膜透性的测定参照姚丹等<sup>[12]</sup>的方法,采用 DDS-320 电导仪(上海,康仪公司)测定。丙二醛(MDA)含量、过氧化物酶(POD)活性和多酚氧化酶(PPO)活性的测定参照曹建康等<sup>[9]</sup>的方法略加改进。

1.3.3 冷害指标 冷害指数和冷害率的测定均参照马秋诗等<sup>[11]</sup>的方法。

### 1.4 数据分析

采用 Excel 2007 软件进行作图分析,SPSS 17.0 软件进行差异显著性检验。

## 2 结果与分析

### 2.1 CPPU 处理对“徐香”猕猴桃果实采后品质的影响

由表 1 可知,CPPU 对“徐香”猕猴桃增重效果显著,且单果重随着使用浓度增大而增大,20 mg/L 处理较对照果实增重率达 35.36%。10 mg/L 处理与对照在果形指数上无显著差异,但 20 mg/L 处理显著降低果形指数。处理的干物质含量显著低于对照( $P < 0.05$ ),且 20 mg/L 处理果的干物质含量显著低于 10 mg/L 处理。

表 1 CPPU 处理对“徐香”猕猴桃果实外观品质和干物质含量影响

Table 1 Effect of CPPU treatment on exterior quality and dry matter of 'Xuxiang' fruit

处理 Treatment	单果重 Fruit weight/g	增重率 Increase in fruit weight/%	横径 Width/mm	纵径 Longitudinal diameter/mm	果形指数 Fruit shape index	干物质含量 Dry matter/%
对照 CK	91.13 c	—	51.78 c	66.02 c	1.28 a	17.16 a
10 mg/L	111.52 b	22.37	56.25 b	71.14 b	1.27 a	16.35 b
20 mg/L	123.35 a	35.36	60.66 a	73.05 a	1.21 b	15.44 c

注:同列数据后不同小写字母表示在  $P < 0.05$  水平差异显著。

Note: Different lowercase letters after data within the same column showed significant difference at 0.05 level.

由表 2 可知,通过对采收时、120 d 贮藏结束时、出库后模拟货架期 5 d 3 个时期果实品质的测定,发现 CPPU 处理显著降低了果实硬度,采收时处理与对照即存在显著差异,贮藏 120 d 后,10、20 mg/L 处理的硬度比对照分别降低 23.45% 和 53.10%。同时,可溶性固形物含量、可溶性总糖含量、糖酸比均随着 CPPU 使用浓度的

上升而下降;贮藏结束时各处理可滴定酸含量无显著差异;20 mg/L 处理的维生素 C 含量显著低于 10 mg/L 处理和对照;各处理的  $L^*$  值在采收时无显著差异,说明贮藏开始时各处理果肉亮度基本一致,但贮藏结束时 CPPU 处理使果肉亮度变暗,各处理间差异显著( $P < 0.05$ )。

表 2 CPPU 处理对“徐香”猕猴桃果实品质的影响

Table 2 Effect of CPPU treatment on quality of 'Xuxiang' fruit during storage

处理 Treatment	贮藏天数 Days of storage	硬度 Firmness	可溶性固形物 Soluble solid content	可滴定酸 Titratable acidity	可溶性总糖 Soluble sugar	糖酸比 The ratio of sugar	维生素 C Vitamin C	果实色度 $L^*$ 值 Fruit colour $L^*$ value
	/d	/( $\text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$ )	/%	/%	/%	to acid	/( $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ )	
对照 CK	0	12.62 a	7.1 a	1.58 b	5.20 a	3.29 a	79.28 a	74.98 a
10 mg/L		11.84 b	6.8 b	1.62 b	5.03 a	3.10 b	78.79 a	73.12 a
20 mg/L		11.22 c	6.6 b	1.75 a	4.87 b	2.78 c	72.40 b	74.20 a
对照 CK	120	2.26 a	15.3 a	0.92 a	13.92 a	15.13 a	53.18 a	49.22 a
10 mg/L		1.73 b	14.6 b	0.90 a	13.28 b	14.76 b	50.70 a	45.78 b
20 mg/L		1.06 c	13.9 c	0.88 a	12.44 c	14.14 c	45.82 b	42.88 c
对照 CK	120+5	1.82 a	15.6 a	0.87 a	14.36 a	16.51 a	50.02 a	49.10 a
10 mg/L		1.32 b	15.0 b	0.85 a	13.54 b	15.92 b	47.96 a	45.64 b
20 mg/L		0.84 c	14.2 c	0.85 a	12.81 c	15.07 c	41.76 b	42.33 c

上述结果表明, CPPU 处理显著增大猕猴桃单果重, 但不同程度地降低了果实外观品质和风味营养品质, 高浓度 CPPU 处理带来的负面影响更为严重。

## 2.2 CPPU 处理对“徐香”猕猴桃果实耐贮性、耐冷性的影响

2.2.1 对冷害的影响 猕猴桃属冷敏型果实, 低温条件下易发生冷害<sup>[13]</sup>, 这已成为猕猴桃采后低温贮运的极大障碍。从图 1 可以看出, 在 0℃ 贮藏 120 d+20℃ 后熟 5 d 后, 20 mg/L 处理果的冷害症状最为明显, 果皮凹陷, 果顶表皮褐化, 皮下果肉组织出现严重的水渍化和局部木质化症状; 10 mg/L 处理果冷害程度稍轻, 果顶表皮

褐化, 皮下果肉有不同程度的水渍化组织; 冷害程度最轻的是对照果, 其皮下果肉仅有轻微的水渍状斑点出现。由图 2 可知, CPPU 处理果在 (0±1)℃ 贮藏 70 d 时开始出现冷害, 较对照果提前 10 d。贮藏期间 CPPU 处理的冷害发生率始终显著高于对照 ( $P<0.05$ ), 且以 20 mg/L 处理与对照差异最大。冷藏过程中, CPPU 处理和对照的冷害指数均随着时间的延长而升高, 其中对照的冷害指数一直保持较低水平。贮藏结束时, 20 mg/L 处理冷害指数分别是 10 mg/L 处理、对照的 1.52 倍和 2.80 倍。由此可见, CPPU 处理提高了果实的冷敏性, 浓度越高影响越大。

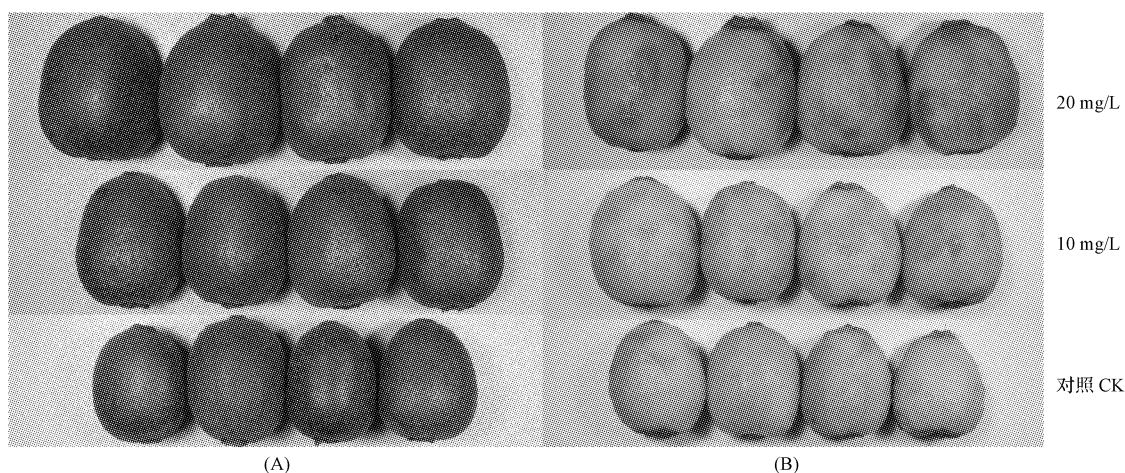


图 1 “徐香”猕猴桃果实 0℃ 贮藏 120 d+20℃ 后熟 5 d 时果面(A)和皮下果肉组织(B)的冷害症状

Fig. 1 Chilling injury symptom on skin (A) and pulp tissue (B) of 'Xuxiang' kiwifruit after 120 days at 0℃+5 days at 20℃

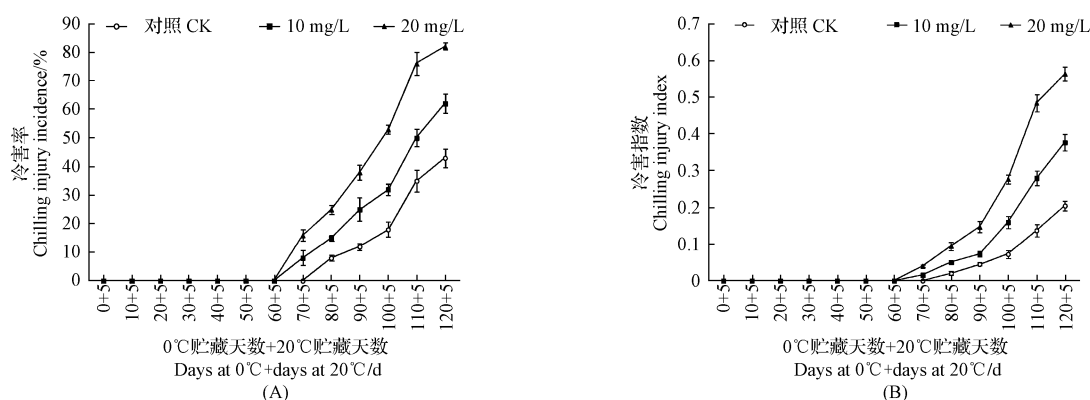


图 2 CPPU 处理对“徐香”猕猴桃果实冷害率(A)和冷害指数(B)的影响

Fig. 2 Effect of CPPU treatment on chilling injury incidence(A) and chilling injury index(B) of 'Xuxiang' kiwifruit

2.2.2 对硬度、可溶性固形物含量(SSC)的影响 由图 3(A)可知, CPPU 处理和对照的果实硬度都随贮藏时间延长而下降, 且下降速率呈现先快后慢的趋势。贮藏过程中, 20 mg/L 处理软化速度快于 10 mg/L 处理和对照, 三者之间存在显著差异 ( $P<0.05$ )。图 3(B)显示, 随着贮藏时间延长, 果实的 SSC 不断上升, 90 d 后缓慢下降。出库时对照的 SSC 显著高于 CPPU 处理, 2 个处理间也

差异显著 ( $P<0.05$ )。

## 2.2.3 对相对细胞膜透性和丙二醛(MDA)含量的影响

由图 4 可知, 整个贮藏期间, 相对细胞膜透性与 MDA 含量的变化趋势类似, 均随着贮藏时间延长而上升。20 mg/L 处理的相对细胞膜透性和 MDA 含量始终高于其它处理。贮藏 70 d 后各处理间差异显著 ( $P<0.05$ )。贮藏结束时(120 d), 10 mg/L 处理和 20 mg/L 处理的相



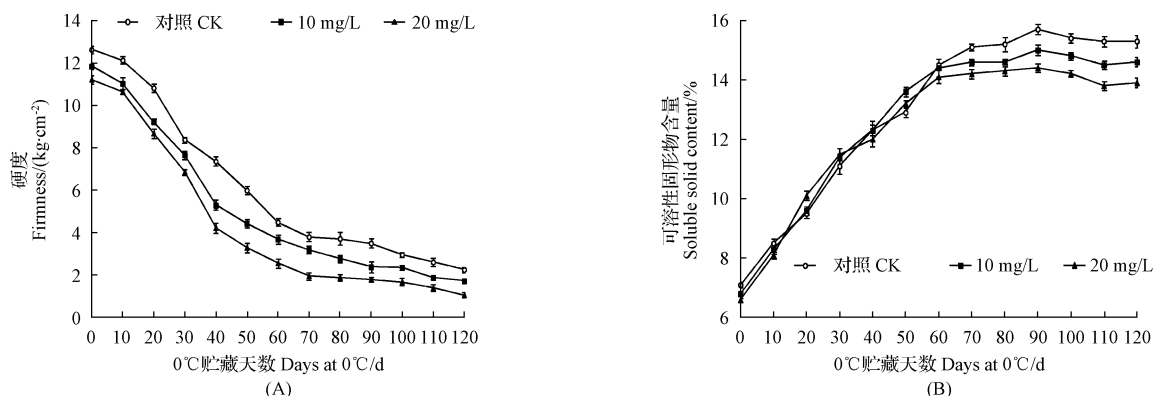


图3 CPPU处理对“徐香”猕猴桃硬度(A)和可溶性固形物含量(B)的影响

Fig. 3 Effect of CPPU treatment on firmness(A) and soluble solid content (B) of 'Xuxiang' kiwifruit

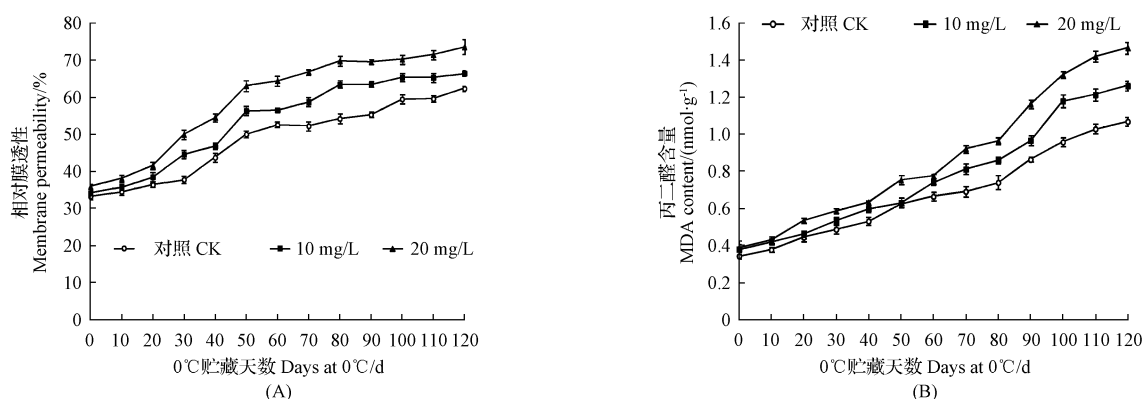


图4 CPPU处理对“徐香”猕猴桃相对细胞膜透性(A)和丙二醛含量(B)的影响

Fig. 4 Effect of CPPU treatment on membrane permeability (A) and malondialdehyde content (B) of 'Xuxiang' kiwifruit

对细胞膜透性(MDA含量)分别是对照的1.07倍(1.18倍)和1.18倍(1.37倍)。上述表明,随着CPPU使用浓度的增加,由低温导致的膜损伤加剧。

2.2.4 对POD和PPO活性的影响 由图5(A)可知,贮藏期间各处理的POD活性均呈先升高后下降趋势。20 mg/L处理的活性高峰较其它处理提前10 d,且峰值显著低于其它处理( $P<0.05$ )。图5(B)显示,贮藏40 d起,CPPU处理的PPO活性较对照一直保持较高水平

( $P<0.05$ ),20 mg/L处理的活性高峰比其它提前10 d到来且峰值最高,对照PPO活性最低。

2.2.5 对失重率 and 好果率的影响 由图6可知,在 $(0\pm 1)^{\circ}\text{C}$ 贮藏120 d后,20 mg/L处理的失重率最高,10 mg/L处理次之,对照最低,且三者间差异显著( $P<0.05$ )(图6(A))。对照的好果率显著高于CPPU处理,以20 mg/L处理最低(图6(B))。

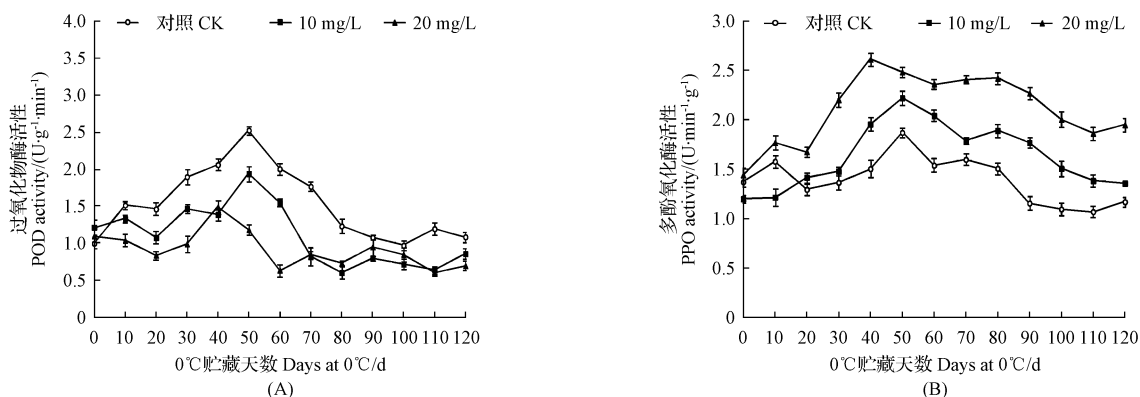


图5 CPPU处理对“徐香”猕猴桃过氧化物酶活性(A)和多酚氧化酶活性(B)的影响

Fig. 5 Effect of CPPU treatment on POD activity (A) and PPO activity (B) of 'Xuxiang' kiwifruit

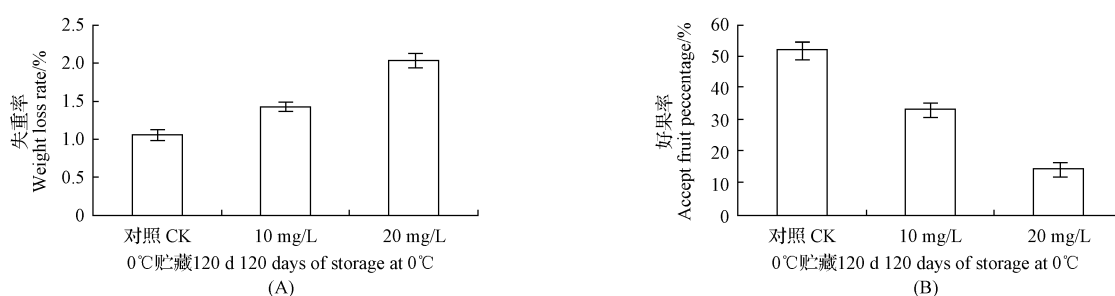


图6 CPPU处理对120 d贮藏结束时“徐香”猕猴桃果实失重率(A)和好果率(B)的影响

Fig. 6 Effect of CPPU treatment on weight loss rate(A) and accepted fruit percentage (B) of

‘Xuxiang’ kiwifruit after 120 days low temperature storage

### 3 讨论

近年来,有关 CPPU 对果实品质影响的研究在多种作物上广泛进行。研究表明,20 mg/L CPPU 处理“翠冠”梨使果实畸形率上升,固酸比下降<sup>[14]</sup>,这与朱敏等<sup>[15]</sup>提出高浓度 CPPU 破坏“贵妃芒”的风味品质的结论相似;李运合等<sup>[16]</sup>发现采后菠萝的可溶性固形物含量和维生素 C 含量随着 CPPU 使用浓度的上升而下降,但高浓度的 CPPU 反而提高可溶性总糖含量。在猕猴桃上,方学智等<sup>[17]</sup>提出低浓度(5 mg/L)的 CPPU 处理能改善猕猴桃果形,提高营养品质;高浓度 CPPU 处理膨大效果更显著却使风味营养品质变劣。而饶景萍等<sup>[8]</sup>发现,CPPU 浓度过低对猕猴桃果实膨大效果并不显著,故该试验未设置 5 mg/L 浓度处理。该试验中,CPPU 对“徐香”猕猴桃的膨大效果显著,且增幅随着 CPPU 使用浓度的上升而增大,但 CPPU 处理不同程度地降低了果实的品质,20 mg/L 处理最为严重。有报道指出,CPPU 处理能显著提高果实的库力和调运光合产物的能力<sup>[18-19]</sup>,干物质含量是评价果实中光合产物积累、营养成分多少的重要指标<sup>[20]</sup>。该试验发现,CPPU 处理降低了采收时“徐香”果实干物质含量,这与 PATTERSON 等<sup>[21]</sup>在“海沃德”猕猴桃上的研究结果一致,且以高浓度处理降幅最大,可能是由于高浓度 CPPU 使果实竞争更多的光合产物促进细胞分裂和伸长以达到膨大效果,这个过程水分和干物质同时积累,但水分的吸收比例显著提高<sup>[22]</sup>。

猕猴桃属呼吸跃变型果实同时也是冷敏性果实,在冷藏条件下易发生冷害,库损率较高。研究显示,果实细胞组织结构与耐贮性密切相关<sup>[23]</sup>。在枇杷<sup>[23]</sup>、龙眼<sup>[24]</sup>、柿<sup>[25]</sup>上均发现,细胞排列致密的果实更耐贮藏。PATTERSON 等<sup>[21]</sup>发现经 CPPU 处理的猕猴桃其薄壁组织细胞较对照更疏松,亚表皮层单宁物质减少,这可能是 CPPU 处理降低果实耐贮性的原因之一。该试验中,120 d 贮藏结束时 20 mg/L 处理的失水较其它处理严重,好果率最低。有研究证实,果实采收时的品质直接影响其采后贮藏过程中的耐贮性和耐冷性<sup>[13]</sup>。含水

量高、干物质含量低的果实在贮藏过程中往往生理代谢旺盛,货架期较短,这在枇杷<sup>[23]</sup>、苹果<sup>[26]</sup>上均有报道。可溶性固形物能够调节细胞渗透势,使胞内溶质浓度增加,冰点降低,提高果实耐冷性<sup>[27]</sup>,其中的糖分代谢除了供能还参与胁迫下活性氧清除的信号转导和基因调控,诱导果实抗性<sup>[28]</sup>。在猕猴桃<sup>[29]</sup>、柑橘<sup>[30]</sup>上均发现低温胁迫下,可溶性固形物含量高的果实冷害率低、冷害程度轻。在该试验中,CPPU 处理由于降低了果实干物质积累、提高了含水量,因而具有较高的代谢活性,果实硬度下降快、失重率高,且在贮藏后期可溶性固形物含量和可溶性总糖含量均显著低于对照,因而冰点升高,对低温敏感性强,其中 20 mg/L 处理的冷害尤为严重,冷害发生提前且 120 d 贮藏结束时果肉水渍化严重并出现木质化。

冷敏型植物在低温胁迫下,细胞膜最先受到损伤,随着膜功能丧失活性氧代谢失调,引起膜脂过氧化,进一步加剧冷害<sup>[31]</sup>。相对细胞膜透性和 MDA 能反映逆境下细胞膜损伤程度。该试验中,20 mg/L 处理的相对细胞膜透性和 MDA 含量较高,说明冷害使其膜结构受损严重,胞内代谢紊乱,而对照膜损伤程度较轻,进而抗冷能力提高,与郭叶等<sup>[32]</sup>在“徐香”上的研究结果相符。POD 作为一种胞内活性氧清除酶与植物抗冷性密切相关<sup>[33]</sup>;PPO 则是参与低温胁迫下植物组织褐变的重要酶。该试验中,对照的 POD 活性维持较高水平而 PPO 活性较低,结合冷害情况说明 POD 能有效清除低温胁迫下“徐香”果实内活性氧自由基,提高抗冷性;低 PPO 活性延缓了组织褐变,减轻冷害症状,这与黄瓜<sup>[34]</sup>上的研究结果一致。

综上所述,高浓度 CPPU 处理虽能显著增大“徐香”果实单果重但对果实外观品质、风味营养品质的负面影响较大,且使果实的耐贮性和耐冷性显著下降,增加腐烂损失;10 mg/L 处理对果实品质、耐贮性和耐冷性的影响较小。

### 参考文献

[1] 袁军,熊丙全,余东,等. CPPU 在果树上的应用研究进展[J]. 北方果

树, 2004, 6(2): 1-3.

[2] 高山山, 边庆华, 张永忠, 等. 细胞分裂素 CPPU 的研究进展[J]. 农药, 2006, 45(3): 151-154.

[3] BLANK R H, RICHARDSON A C, OSHIMA K, et al. Effect of a forchlorfenuron dip on kiwifruit fruit size[J]. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 1992, 20(1): 73-78.

[4] 费学谦, 方学智, 丁明, 等. 不同浓度 CPPU 处理对中华猕猴桃生长与营养品质的影响[J]. 农业环境科学学报, 2008(21): 30-33.

[5] 刘兴华, 郭井泉, 罗安伟, 等. 果实膨大剂对陕西省猕猴桃产业负效应的调查分析[J]. 保鲜与加工, 2004, 4(1): 30-32.

[6] 张计育, 莫正海, 黄胜男, 等. 21 世纪以来世界猕猴桃产业发展以及中国猕猴桃贸易与国际竞争力分析[J]. 中国农学通报, 2014, 30(23): 48-55.

[7] 韩世明, 周赛霞, 宋满珍, 等. 猕猴桃产业的市场现状及发展对策[J]. 黑龙江农业科学, 2011, 6(2): 101-106.

[8] 饶景萍, 小原均, 松井弘之, 等. 猕猴桃果实发育生理研究 KT-30 处理对猕猴桃果实膨大的影响[J]. 日本千叶大学学报, 1991, 44(1): 263-267.

[9] 曹建康, 姜微波, 赵玉梅. 果蔬采后生理生化实验指导[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2007: 101-144.

[10] 张伟. 不同化学处理对黄梨和猕猴桃果实的保鲜效果研究[D]. 杭州: 浙江工商大学, 2014.

[11] 马秋诗, 饶景萍, 李秀芳, 等. 贮前热水处理对‘红阳’猕猴桃果实冷害的影响[J]. 食品科学, 2014, 35(4): 47-49.

[12] 姚丹, 潘多军, 刘翔, 等. 番茄果实组织在衰老和热胁迫中死亡率及 DNA 片段化的测定[J]. 食品与生物技术学报, 2011, 30(3): 440-444.

[13] BURDON J, LALLU N, FRANCIS K, et al. The susceptibility of kiwifruit to low temperature breakdown is associated with pre-harvest temperatures and at-harvest soluble solids content[J]. Postharvest Biology and Technology, 2007, 43(3): 283-290.

[14] 程云, 汪良驹, 聂赞. 添加佐剂对 CPPU 处理的翠冠梨果实生长与品质的影响[J]. 果树学报, 2007, 24(3): 365-368.

[15] 朱敏, 邓穗生, 麦贤家, 等. GA<sub>3</sub> 和 CPPU 对海南贵妃柑产量和果实品质的影响[J]. 热带作物学报, 2014, 35(9): 1784-1790.

[16] 李运合, 孙光明. 喷施外源 CPPU 和 GA 对菠萝果实品质的影响[J]. 热带作物学报, 2009(9): 1252-1255.

[17] 方学智, 费学谦, 丁明. CPPU 处理对不同品种猕猴桃风味与营养品质的影响[J]. 浙江农业科学, 2006(5): 530-532.

[18] ANTOGNOZZI E, BATTISTELLI A, FAMIANI F, et al. Influence of CPPU on carbohydrate accumulation and metabolism in fruits of *Actinidia deliciosa* (A. Chev.) [J]. Scientia Horticulturae, 1996, 65(1): 37-47.

[19] 方金豹, 田莉莉, 李绍华, 等. CPPU 对猕猴桃光合产物库源强度的影

响[J]. 园艺学报, 2000, 27(6): 444-446.

[20] WOODWARD T J, CLEARWATER M J. Relationships between ‘Hayward’ kiwifruit weight and dry matter content[J]. Postharvest Biology Technology, 2008, 48(3): 378-382.

[21] PATTERSON K J, MASON K A, GOULD K S. Effects of CPPU (N-(2-chloro-4-pyridyl)-N'-phenylurea) on fruit growth, maturity, and storage quality of kiwifruit[J]. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 1993, 21(3): 253-261.

[22] MOUSAWINEJAD S, NAHANDI F Z, BAGHALZADEH A. Effects of CPPU on size and quality of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) fruits[J]. Postharvest Biology and Technology, 2014, 89(4): 555-573.

[23] 林建城. 不同品种枇杷果实的贮藏性和采后生物学的研究[D]. 福州: 福建农林大学, 2007.

[24] 瓮红利. 不同品种龙眼果实耐贮性的生物学基础研究[D]. 福州: 福建农林大学, 2006.

[25] 田长河. 1-MCP 处理对柿果实成熟衰老过程中超微结构变化的影响[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2005.

[26] PALMER J W, HARKER F R, TUSTIN D S, et al. Fruit dry matter concentration: a new quality metric for apples[J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2010, 90(15): 2586-2594.

[27] 薛锡佳, 李佩艳, 宋夏钦, 等. 草酸处理减轻芒果采后果实冷害的机理研究[J]. 园艺学报, 2012, 39(11): 2251-2257.

[28] ZHANG Y M, WONG T Y, CHEN L Y, et al. Induction of a futile Embden-Meyerhof-Parnas pathway in *Deinococcus radiodurans* by Mn; possible role of the pentose phosphate pathway in cell survival[J]. Applied and Environmental Microbiology, 2000, 66(1): 105-112.

[29] 王玉萍, 饶景萍, 杨青珍, 等. 猕猴桃 3 个品种果实耐冷性差异研究[J]. 园艺学报, 2013, 40(2): 341-349.

[30] GHASEMNEZHAD M, MARSH K, SHILTON R, et al. Effect of hot water treatments on chilling injury and heat damage in ‘satsuma’ mandarins: Antioxidant enzymes and vacuolar ATPase, and pyrophosphatase[J]. Postharvest Biology and Technology, 2008, 48(3): 364-371.

[31] SEVILLANO L, SANCHEZ-BALLESTA M T, ROMOJARO F, et al. Physiological, hormonal and molecular mechanisms regulating chilling injury in horticultural species. Postharvest technologies applied to reduce its impact[J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2009, 89(4): 555-573.

[32] 郭叶, 王亚萍, 费学谦, 等. 不同浓度 CPPU 处理对“徐香”猕猴桃贮藏生理和品质的影响[J]. 食品工业科技, 2012, 33(20): 324-327.

[33] 谷会, 弓德强, 朱世江, 等. 冷激处理对辣椒冷害及抗氧化防御体系的影响[J]. 中国农业科学, 2011, 44(12): 2523-2530.

[34] 千春录. 黄瓜果实成熟度与耐冷性的关系及其生理机制研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2012.

## Effect of CPPU Treatment on Postharvest Fruit Quality and Chilling Resistance in Kiwifruit

WANG Wei, JIN Mijing, RAO Jingping

(College of Horticulture, Northwest Agriculture and Forestry University, Yangling, Shaanxi 712100)

**Abstract:** Taking ‘Xuxiang’ kiwifruit as test material, the effect of CPPU treatment on postharvest fruit quality and chilling resistance in ‘Xuxiang’ kiwifruit was studied by dipping young fruit with 10 mg/L, 20 mg/L CPPU at 15 days after full bloom, dipping with water was control. The results showed that the fruit weight increased with the concentration of CPPU, but compared with the control, CPPU treatment reduced fruit dry matter content, firmness, soluble solids content,

# 粉果番茄贮藏期间主要性状变化规律研究

齐景凯<sup>1</sup>, 曹霞<sup>2</sup>, 张晓雷<sup>2</sup>

(1. 内蒙古民族大学 生命科学学院, 内蒙古 通辽 028043; 2. 河北科技师范学院 园艺科技学院, 河北 昌黎 066600)

**摘要:**以番茄品种“浙粉 202”为试材,研究了不同贮藏温度(1、7、14、20℃)对番茄果实颜色、硬度、可溶性固形物含量、有机酸含量和维生素 C 含量的影响。结果表明:番茄“浙粉 202”果实贮藏 13 d 时,14℃和 20℃条件下腐烂率比 1℃和 7℃条件下腐烂率高,4 个储藏温度下果实硬度和可溶性固形物含量均有不同程度下降。贮藏 13 d 时,1℃贮藏条件下番茄硬度和维生素 C 含量最大,20℃条件下的硬度最小,7℃条件下有机酸含量在整个贮藏期较高,14℃条件下果实颜色值最大,20℃条件下有机酸含量、维生素 C 含量、果实颜色一直最低,1℃贮藏条件下番茄可溶性固形物、有机酸含量较高。因此,对于番茄“浙粉 202”长时间贮藏的温度以 1℃为宜。

**关键词:**番茄;果实;贮藏;性状

**中图分类号:**S 641.209<sup>+</sup>.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)01-0117-04

番茄(*Lycopersicon esculentum* Mill.)属茄科番茄属,又名西红柿,番茄果实营养丰富,含有丰富的番茄红素、胡萝卜素、可溶性糖、脯氨酸、有机酸、维生素 C 等;番茄果实食用方法多样,可作为餐桌拼盘、色拉的材料,也可生吃、凉拌、糖拌、炒食、汤食,还可加工成不同类型的食品,如番茄酱、罐头、番茄汁、番茄干等<sup>[1-2]</sup>,深受人们喜爱;番茄栽培产量高,经济效益好,尤其保护地反季节栽培,效益相当可观,因此番茄是我国重要的蔬菜作物之一。

番茄种类繁多,主要分大红和粉红两大类。欧美大红番茄硬度大,果型出众,耐储藏运输,但个头小、口感差;国产粉果番茄品种繁多,口感好,个头大,受到广大人民的喜爱<sup>[3]</sup>,但硬度不够大,不耐储藏运输。研究影响粉果番茄储运的因素,显得尤为重要。温度是影响番

茄储藏和运输的主要因素之一,温度影响番茄果实的硬度和色差,也影响番茄的营养成分,最终影响番茄的品质<sup>[4]</sup>;而维生素 C、有机酸和可溶性固形物含量是番茄的主要营养成分。目前关于粉果番茄储运的研究较少。

因此,开展不同储藏温度对粉果番茄主要性状如果实颜色、硬度、可溶性固形物含量、有机酸含量和维生素 C 含量影响的研究,旨在通过探究各性状之间关系的密切程度做出正确的统计预测并推断出适合粉果番茄贮藏的环境条件,为粉果番茄的合理储藏运输提供科学指导。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试材料为番茄品种“浙粉 202”。

### 1.2 试验方法

试验在河北科技师范学院园艺实验室进行。2014 年 1 月 6 日播种,4 月 1 日定植,6 月 18 日采收,7 月下旬采收结束。试验采用随机区组设计,3 次重复。采取单秆整枝,留 3 穗果后摘心。花期喷施坐果灵,防止落花落果,其它进行常规管理。

**第一作者简介:**齐景凯(1972-),男,蒙古族,内蒙古通辽人,硕士,讲师,研究方向为食品分析。E-mail:qjkzhyf@126.com.

**基金项目:**内蒙古自然科学基金资助项目(2015MS0310)。

**收稿日期:**2015-09-24

ratio of sugar and acid, vitamin C and other fruit quality indicators in varying degrees, the negative impacts on fruit quality of 20 mg/L treatment were more than 10 mg/L treatment. During storage at 0℃, the degree of membrane damage of 20 mg/L treatment was the highest. Also, 20 mg/L treatment exhibited more chilling-sensitive and occurred chilling injury earlier, its chilling injury index, chilling injury incidence were significantly higher than other treatments, and it also had lower accepted fruit percentage and higher weight loss at the end of storage. In conclusion, high concentration CPPU significantly decreased the fruit quality and chilling resistance of postharvest 'Xuxiang' while increased the fruit size.

**Keywords:** kiwifruit; CPPU; concentration; quality; chilling injury