

## 金艳猕猴桃应用生长调节剂膨大效果及其残留分析

钱亚明<sup>1</sup>, 郭荣<sup>2</sup>, 刘春晓<sup>1\*</sup>, 颜志梅<sup>1</sup>, 李浩<sup>3</sup> (1. 江苏省农业科学院果树研究所/江苏省高效园艺作物遗传改良重点实验室, 江苏南京 210014; 2. 南京市六合区农业技术推广中心, 江苏南京 211500; 3. 南京绿航生态农业有限公司, 江苏南京 211516)

**摘要** 以金艳猕猴桃为试材, 于花后 14 d 分别对幼果喷施氯吡脞(CPPU) 10 mg/L、CPPU 20 mg/L 及 CPPU 10 mg/L+赤霉素(GA<sub>3</sub>) 20 mg/L 的溶液, 以不喷施生长调节剂为对照, 研究不同处理对金艳猕猴桃果实的膨大效果及不同采样时期果实中的生长调节剂残留情况。结果表明, 喷施 CPPU 10 mg/L+GA<sub>3</sub> 20 mg/L 处理的金艳猕猴桃纵径、横径、果实单果质量相对最大, 分别为 5.78 cm、4.48 cm、85.19 g, 极显著高于对照( $P < 0.01$ ) 的 4.86 cm、3.63 cm、43.03 g; 各处理果实中 CPPU 的残留量均远小于国家残留限量标准(0.05 mg/kg)。

**关键词** 金艳猕猴桃; 生长调节剂; 膨大; 残留

中图分类号 S663.4 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2022)01-0197-03

doi:10.3969/j.issn.0517-6611.2022.01.053



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

### The Swelling Effect and Residue Analysis of Jinyan Kiwifruit with Growth Regulator

QIAN Ya-ming<sup>1</sup>, GUO Rong<sup>2</sup>, LIU Chun-xiao<sup>1</sup> et al (1. Fruit Research Institute, Jiangsu Academy of Agricultural Sciences/Jiangsu Key Laboratory of High-Efficiency Horticultural Crop Genetic Improvement, Nanjing, Jiangsu 210014; 2. Agricultural Technology Extension Center of Liuhe District in Nanjing, Nanjing, Jiangsu 211500)

**Abstract** Taking Jinyan kiwifruit as the test material, the young fruits were sprayed with solutions of forchlorfenuron (CPPU) 10 and 20 mg/L and CPPU 10 mg/L+gibberellic acid (GA<sub>3</sub>) 20 mg/L 14 days after flowering. Taking no spraying of growth regulators as a control, we studied the expansion effect of different treatments on Jinyan kiwifruit fruits and the residues of growth regulators in the fruits at different sampling periods. The results showed that the longitudinal diameter, transverse diameter and single fruit quality of Jinyan kiwifruit sprayed with CPPU 10 mg/L+GA<sub>3</sub> 20 mg/L were relatively the largest, which were 5.78 cm, 4.48 cm, and 85.19 g, which were significantly higher than the control ( $P < 0.01$ ) 4.86 cm, 3.63 cm, 43.03 g. The residues of CPPU in the fruits of each treatment were far less than the national residue limit standard (0.05 mg/kg).

**Key words** Jinyan kiwifruit; Growth regulator; Swelling; Residue

“金艳”是 1984 年中国科学院武汉植物园以毛花猕猴桃为母本、中华猕猴桃为父本选育而成的一个极耐贮藏、晚熟种间杂交黄肉猕猴桃新品种<sup>[1]</sup>, 2012 年引入江苏省农业科学院六合植物科学基地种植, 具有果形端正、自然果个相对较大、风味较好等特点, 是适于在江苏适度规模发展的猕猴桃品种<sup>[2]</sup>。氯吡脞(CPPU)、赤霉素(GA<sub>3</sub>) 均为低毒性植物生长调节剂, 在葡萄、枇杷等果树上应用广泛<sup>[3-5]</sup>, 具有促进果实膨大、提升果实品质、提高果实商品性等作用, 目前在翠香、徐香、软枣等猕猴桃上也有应用报道<sup>[6-8]</sup>, 但在金艳猕猴桃上的应用鲜见报道。

在果品生产过程中使用植物生长调节剂, 消费者除关注其对果实品质有没有影响外, 会对其使用安全性更为关切, 而其在果实中的残留量从一定程度上可以反映猕猴桃果品的安全性问题。该试验以金艳猕猴桃为试材, 通过喷施常规浓度的 GA<sub>3</sub> 和 CPPU, 考察其在不同时期果实中的残留量, 为生产调节剂的规范使用提供理论依据。

## 1 材料与方法

**1.1 试验基地概况** 试验在江苏省农业科学院六合基地猕猴桃种植园区进行, 2014 年建园, 采用 T 型棚架栽培、常规管

理, 定植株行距为 2 m×3 m, 起约 40 cm 的高垄进行栽植, 树体长势一般。田间按雌雄比 5:1 配置授粉树, 进行田间自然授粉。试验期间, 疏花疏果、肥水管理、病虫害防治等同田间常规管理, 保持基本一致。

**1.2 供试材料** 金艳猕猴桃, 自扬州市江都区樊川镇精品果园场引进; 75% 赤霉素(GA<sub>3</sub>) 结晶粉, 由上海同瑞生物科技有限公司(原上海第十八制药厂)生产; 0.1% 氯吡脞(CPPU) 可溶剂, 由四川兰月科技开发公司生产。

**1.3 试验方法** 试验于 2019 年 5 月 23 日(花后 14 d) 进行, 分别对金艳猕猴桃果面喷施 CPPU 10 mg/L、CPPU 20 mg/L、CPPU 10 mg/L+GA<sub>3</sub> 20 mg/L, 以不喷施生长调节剂为对照, 共计 4 个处理。单株为一个小区, 随机处理, 重复 3 次。

### 1.4 测定内容与方法

**1.4.1 生长调节剂对金艳猕猴桃果实性状的影响。** 于果实近成熟期即 9 月 18 日, 每株随机采集 6 个金艳猕猴桃果实, 测定果实纵径、横径和单果质量。果实纵径、横径采用游标卡尺测定, 横径进行“十”字交叉测量, 取平均值; 单果质量采用电子天平测定, 精度 0.1 g; 计算果形指数、平均单果质量, 其中, 果形指数计算公式为: 果形指数=果实纵径/果实横径。

**1.4.2 金艳猕猴桃果实中生长调节剂的残留量测定。**

**1.4.2.1 测试样品采集。** 取样分 3 次进行, 5 月 23 日喷施生长调节剂前取样 1 次, 所有处理整体混合在一起, 形成 1 个测试混样; 6 月 25 日各处理分别混合取样, 计取样 4 个; 9 月 18 日各单株分别采样, 计取样 12 个。每采集测试样品不低于 300 g, 采集样品当日置于 -18 ℃ 冰箱中冻存, 待测。果

**基金项目** 江苏省农业科技自主创新资金(CX(17)2005); 江苏现代农业产业技术体系建设专项。

**作者简介** 钱亚明(1973—), 男, 江苏泰兴人, 研究员, 硕士, 从事猕猴桃、葡萄为主的浆果类果树研究。\* 通信作者, 副研究员, 博士, 从事猕猴桃品种收集、评价、种质创新及关键技术研究。

**收稿日期** 2021-05-08

实中生长调节剂残留量的测定委托卡文思检测技术有限公司进行,采用高效液相色谱-串联质谱法(HPLC-MS/MS)进行检测。

#### 1.4.2.2 生长调节剂残留量的测定。

(1) CPPU 残留量测定。将样品置于液氮中研磨至粉碎,准确称量约 5 g 新鲜粉碎样品,向粉末中加入含 0.5% 甲酸的 20% 乙腈提取缓冲液 10 mL,4 °C 超声 30 min; 6 000 r/min 离心 5 min,取上清,过 strata-X 小柱,以 5 mL 甲醇洗脱;避光,以氮气吹干有机相,以 0.4 mL 甲醇溶解;过 0.22 μm 滤膜,进行 HPLC-MS/MS 检测。

(2) GA<sub>3</sub> 残留量测定。将样品于液氮中研磨至粉碎,准确称量约 3 g 样品于玻璃试管中,向粉末中加入异丙醇/盐酸提取缓冲液 10 mL,同时加入 1 μg/mL 的内标溶液 8 μL,4 °C 振荡 30 min;加入二氯甲烷 20 mL,4 °C 振荡 30 min;4 °C, 13 000 r/min 离心 5 min,取下层有机相;避光,以氮气吹干有机相,以 400 μL 甲醇(含 0.1% 甲酸)溶解;过 0.22 μm 滤膜,进行 HPLC-MS/MS 检测。

(3) 检测液相条件。poroshell 120 SB-C<sub>18</sub> 反相色谱柱(2.1 mm×150 mm,2.7 μm);柱温为 30 °C;流动相为 A:B=(甲醇含 0.1% 甲酸):(水含 0.1% 甲酸);洗脱梯度为 0~1 min,20% A,1~9 min,80% A,9~10 min,80% A,10.0~10.1 min,20% A,10.1~15.0 min,20% A;进样体积为 2 μL。

(4) 质谱条件。气帘气为 103.4 kPa,喷雾电压为 4 500 V,雾化气压力为 448.2 kPa,辅助气压力为 482.6 kPa,雾化温度为 400 °C。

1.5 统计分析 采用 Excel 2010 和 SPSS 19.0 软件对数据进行处理和统计分析,采用 Duncan's 新复极差法进行差异性比较。

## 2 结果与分析

2.1 生长调节剂对金艳猕猴桃果实性状的影响 CPPU 是一种具有高活性的合成类细胞分裂素,在果树上普遍使用,可刺激细胞分裂达到增加果实开花坐果率和体积的作用<sup>[9]</sup>。GA<sub>3</sub> 是活性较高的一种赤霉素,既可由工业发酵赤霉菌而获得,又在植物体发育过程中的种子、茎尖、嫩叶上被发现,并参与植物的生长发育过程<sup>[10]</sup>。由表 1 可见,与不使用生长调节剂(CK)相比,分别喷施 CPPU 10 mg/L、CPPU 20 mg/L 及 CPPU 10 mg/L+GA<sub>3</sub> 20 mg/L 的金艳猕猴桃,其果实纵径有显著增加( $P<0.05$ ),果实横径和单果质量有极显著增加( $P<0.01$ );喷施 CPPU 10 mg/L+GA<sub>3</sub> 20 mg/L 的金艳猕猴桃,其果实纵径、横径、单果质量相对均最大,分别为 5.78 cm、4.48 cm、85.19 g,均极显著高于对照处理,而果形指数相对最小,为 1.29,显著低于喷施 CPPU 20 mg/L 处理的,与其他处理间差异不显著;单一喷施 CPPU 对金艳猕猴桃果形指数的影响不显著( $P>0.05$ )。

表 1 不同生长调节剂对金艳猕猴桃果实性状的影响

Table 1 The effects of different growth regulators on fruit characteristics of Jinyan kiwifruit

处理 Treatment	纵径 Longitudinal diameter//cm	横径 Transverse diameter//cm	果形指数 Fruit shape index	单果质量 Single fruit quality//g
CPPU 10 mg/L	5.44 aAB	4.15 bA	1.31 abA	68.07 bB
CPPU 10 mg/L+GA <sub>3</sub> 20 mg/L	5.78 aA	4.48 aA	1.29 bA	85.19 aA
CPPU 20 mg/L	5.74 aA	4.21 bA	1.36 aA	72.03 bAB
CK	4.86 bB	3.63 cB	1.34 abA	43.02 cC

注:同列不同大、小写字母分别表示处理间差异极显著( $P<0.01$ )、显著( $P<0.05$ )

Note: Different uppercase and lowercase letters in the same column indicate extremely significant ( $P<0.01$ ) and significant ( $P<0.05$ ) differences between treatments

## 2.2 生长调节剂在金艳猕猴桃果实中的残留情况

2.2.1 CPPU。由表 2 可见,对照处理及喷施生长调节剂前采样的果实(5 月 23 日),均能检测出含量极小的 CPPU 残留,这可能是基质干扰或仪器误差所致;喷施 CPPU 处理的金艳猕猴桃,其果实中 CPPU 含量均高于对照,其中,6 月 25 日采集的果样,喷施 CPPU 20 mg/L 处理的果实中 CPPU 残留量相对最高,为 0.933 3 ng/g,明显高于其他处理,说明随

表 2 金艳猕猴桃不同时期果实中 CPPU 的残留情况

Table 2 CPPU residues in the fruits of Jinyan kiwifruit at different stages ng/g

处理 Treatment	05-23	06-25	09-18
CPPU 10 mg/L	0.103 5	0.234 6	0.082 3 aA
CPPU 10 mg/L+GA <sub>3</sub> 20 mg/L	0.103 5	0.382 0	0.086 7 aA
CPPU 20 mg/L	0.103 5	0.933 3	0.065 0 aA
CK	0.103 5	0.076 6	0.055 6 aA

注:同列不同大、小写字母分别表示处理间差异极显著( $P<0.01$ )、显著( $P<0.05$ )

Note: Different uppercase and lowercase letters in the same column indicate extremely significant ( $P<0.01$ ) and significant ( $P<0.05$ ) differences between treatments

着 CPPU 使用浓度越高,早期其在果实中的残留量相对越大,而喷施 CPPU 10 mg/L+GA<sub>3</sub> 20 mg/L 处理的果实中 CPPU 残留量为 0.382 0 ng/g,明显高于 CPPU 10 mg/L 处理的,可能是由于 GA<sub>3</sub> 的使用会影响 CPPU 在果实中的降解所致,具体原因有待进一步研究;9 月 18 日采样的果实,各处理的果实中 CPPU 残留量相互间差异不显著,且残留量极小。

2.2.2 GA<sub>3</sub>。由表 3 可见,5 月 23 日的金艳猕猴桃幼果中 GA<sub>3</sub> 含量相对最高,为 36.216 3 ng/g,明显高于其他时期的果实,这说明 GA<sub>3</sub> 在幼果中的含量相对较高;6 月 25 日采集的金艳猕猴桃,使用含 GA<sub>3</sub> 处理的果实中 GA<sub>3</sub> 残留量相对最高,为 18.793 8 ng/g,明显高于其他 3 个处理,说明外源 GA<sub>3</sub> 的使用会明显影响其在果实中的降解;9 月 18 日采集的金艳猕猴桃,喷施 CPPU 20 mg/L 处理的果实中 GA<sub>3</sub> 残留量相对最高,为 0.083 1 ng/g,显著高于 CPPU 10 mg/L 和对照处理,与 CPPU 10 mg/L+GA<sub>3</sub> 20 mg/L 处理的差异不显著,这一定程度反映 CPPU 与 GA<sub>3</sub> 存在一定的互作关系,高浓度 CPPU 的使用可能会影响果实中 GA<sub>3</sub> 的降解。

表 3 金艳猕猴桃不同时期果实中 GA<sub>3</sub> 的残留情况Table 3 GA<sub>3</sub> residues in the fruits of Jinyan kiwifruit at different stages

处理 Treatment	05-23	06-25	09-18
CPPU 10 mg/L	36.216 3	0.414 4	0.038 5 bA
CPPU 10 mg/L+GA <sub>3</sub> 20 mg/L	36.216 3	18.793 8	0.053 6 abA
CPPU 20 mg/L	36.216 3	0.439 5	0.083 1 aA
CK	36.216 3	0.612 2	0.037 9 bA

注:同列不同大、小写字母分别表示处理间差异极显著( $P<0.01$ )、显著( $P<0.05$ )

Note: Different uppercase and lowercase letters in the same column indicate extremely significant ( $P<0.01$ ) and significant ( $P<0.05$ ) differences between treatments

### 3 结论与讨论

对 5 年生金艳猕猴桃果面分别喷施 CPPU 10 mg/L、CPPU 20 mg/L、CPPU 10 mg/L+GA<sub>3</sub> 20 mg/L 的溶液,以不喷施生长调节剂为对照,研究不同生长调节剂处理对金艳猕猴桃果实性状及果实中 CPPU、GA<sub>3</sub> 残留量的影响,结果表明,与不使用生长调节剂相比,使用 CPPU 可以显著增大金艳猕猴桃果实纵径( $P<0.05$ ),极显著增加果实横径和单果质量( $P<0.01$ ),而单一使用 CPPU 对金艳猕猴桃果形指数的影响不显著( $P>0.05$ );喷施 CPPU 10 mg/L+GA<sub>3</sub> 20 mg/L 的金艳猕猴桃,其纵径、横径、单果质量相对最大,分别为 5.78 cm、4.48 cm、85.19 g,均极显著高于对照处理,而果形指数相对最小,为 1.29,显著低于 CPPU 20 mg/L 处理,一定程度上反映使用高浓度 CPPU 可以明显增加猕猴桃果实的纵径,而增加 GA<sub>3</sub> 可使果实横径增加更为明显;6 月 25 日采集的果样中,喷施 CPPU 20 mg/L 处理的果实,其 CPPU 残留量相对最高,为 0.933 3 ng/g,明显高于其他处理,而 9 月 18 日的各处理,其果实中 CPPU 的残留量相互间差异不显著,且都远小于国家猕猴桃 CPPU 残留限量(0.05 mg/kg)的标准<sup>[9]</sup>;5 月 23 日的金艳猕猴桃幼果中 GA<sub>3</sub> 残留量相对最高,为 36.216 3 ng/g,明显高于其他时期的果实,这说明幼果期 GA<sub>3</sub> 对果实调控起十分关键的作用;6 月 25 日时,使用含 GA<sub>3</sub> 处理的金艳果实中 GA<sub>3</sub> 残留量相对最高,为 18.793 8 ng/g,明显高于其他 3 个处理,说明 GA<sub>3</sub> 的使用可以延缓其果实发育过程中的降解,对果实横径的增大发挥着一定作用;9 月 18 日采集的金艳猕猴桃,CPPU 20 mg/L 处理的果实中 GA<sub>3</sub> 残留量相对最高,为 0.083 1 ng/g,显著高于

CPPU 10 mg/L 处理和对照,与 CPPU 10 mg/L+GA<sub>3</sub> 20 mg/L 处理的差异不显著,这说明 CPPU、GA<sub>3</sub> 存在一定的互作关系,其机理有待进一步研究。

目前我国对猕猴桃 GA<sub>3</sub> 残留量已不作限量要求,而 CPPU 属低毒性植物生长调节剂,美国、欧盟、韩国乃至我国对其残留均进行了较为严格的限定。该试验实际测得的果实中 CPPU、GA<sub>3</sub> 的残留量远小于国家或国际上的限量标准<sup>[11]</sup>,说明 CPPU、GA<sub>3</sub> 的使用几乎不会影响猕猴桃果品的安全性,这与柴振林等<sup>[12-13]</sup>的研究结论吻合。但是,张帆等<sup>[14]</sup>认为使用膨大剂后猕猴桃增产 30%~50%,但其连年过量使用膨大剂会对猕猴桃树体生长产生负面影响,主要是生殖生长和营养生长失衡、树体抗逆性减弱、果实畸形严重、商品性降低等,且易导致“大小”年现象的发生。因此,在实际使用过程中,还是应科学规范使用以 CPPU、GA<sub>3</sub> 为主的生长调节剂,以确保果实品质和商品性的提高。

### 参考文献

- 钟彩虹,王圣梅,黄宏文,等. 极耐贮藏的种间杂交黄肉猕猴桃新品种‘金艳’[C]//中国园艺学会猕猴桃分会第四届研讨会论文摘要集. 北京:中国园艺学会,2010:6.
- 钱亚明,赵密珍,于红梅,等. 5 个猕猴桃品种在江苏地区的引种表现[J]. 江苏农业科学,2017,45(22):143-145.
- 王壮伟,吴伟民,夏瑾,等. GA<sub>3</sub> 和 CPPU 对‘紫金早生’葡萄果实品质的影响[J]. 中外葡萄与葡萄酒,2019(1):16-19.
- 张翔宇,尹克林. GA<sub>3</sub> 和 CPPU 处理对杂交枇杷果实无核化及其品质的影响[J]. 南方农业,2008,2(5):15-16.
- 朱盼盼,王录俊,李蕊,等. 不同配比 GA<sub>3</sub> 和 CPPU 对葡萄果实品质的影响[J]. 安徽农业科学,2018,46(19):38-40,62.
- 朱杰丽,杨柳,柴振林,等. 氯吡啶对“徐香”猕猴桃果实品质的影响[J]. 福建林业科技,2014,41(1):113-115,165.
- 刘焱. 膨大剂处理对猕猴桃品质及贮藏性的影响[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2018.
- 刘铭,朴一龙,安娇,等. 不同植物生长调节剂对软枣猕猴桃果实无核化及膨大效果研究[J]. 延边大学学报,2019,41(1):13-17,23.
- 李圆圆. 采前 CPPU 处理对猕猴桃采后品质及细胞超微结构的影响机制研究[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2018.
- 郝鹏博. 外源赤霉素和多效唑对桃节间长度及赤霉素代谢基因表达影响[D]. 郑州:河南农业大学,2017.
- 中华人民共和国国家卫生健康委员会,中华人民共和国农业农村部,国家市场监督管理总局. 食品安全国家标准 食品中农药最大残留限量:GB 2763—2019[S]. 北京:中国农业出版社,2019.
- 柴振林,杨柳,朱杰丽,等. 氯吡啶在猕猴桃中的残留动态研究[J]. 果树学报,2013,30(6):1011-1015.
- 李瑞娟,于建全,宋国春,等. 氯吡啶在猕猴桃和土中的消解动态与残留测定[J]. 山东农业科学,2009,41(2):78-80,83.
- 张帆,李莹. 怎样看待膨大剂在猕猴桃上的应用[J]. 西北园艺(果树专刊),2007(6):6-7.
- 张金霖,凌寿军,林先丰,等. 精益管理在烟叶烘烤中的应用研究[J]. 安徽农业科学,2018,46(2):212-215.
- 广西壮族自治区市场监督管理局. 烤烟精细化密集烘烤过程控制技术规程:DB45/T 1953—2019[S]. 广西壮族自治区市场监督管理局,2019.
- 王能如,韦建玉,林北森,等. 烤烟精细化密集烘烤[M]. 南宁:广西科学技术出版社,2019:83-90.
- 余金恒,许明忠,邓振东,等. 百色市密集烤房应用现状及发展对策[J]. 南方农业学报,2011,42(4):460-462.
- 单倩,凌平,王能如,等. 不同烟叶夹持方式对密集烤房空间温度分布的影响[J]. 河南农业大学学报,2017,51(6):763-766,780.
- 王行,张敏坚,何振峰. 采收成熟度对烟叶烤后质量的影响[J]. 中国农学通报,2017,33(4):161-164.
- 贺帆,王涛,樊士军,等. 基于色度学的密集烘烤过程中烟叶主要化学成分变化模型研究[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版),2014,42(5):111-118.

(上接第 196 页)

服务队、管理人员进行烤前、烤中的系统培训,提高精细化备烤意识。通过精细化备烤的实施,从“人、机、料、法、环”等方面着手备足人员、备足技术、备好设施、备好物资,有效保障烟叶精细化烘烤的顺利实施,充分发挥烟叶潜质及烤房性能,实现烟叶烘烤的提质增效。

### 参考文献

- 宫长荣,陈江华,吴洪田,等. 密集烤房[M]. 北京:科学出版社,2010.
- 宫长荣. 烟草调制学[M]. 2 版. 北京:中国农业出版社,2011.
- 徐秀红,孙福山,王永,等. 我国密集烤房研究应用现状及发展方向探讨[J]. 中国烟草科学,2008,29(4):54-56,61.
- 武圣江,杨秀祥,李明,等. 我国烤烟烘烤突出问题解决思路探讨[J]. 江苏农业科学,2014,42(2):232-234.