

不同浓度氯吡脞处理对猕猴桃质量安全的影响

许敏¹ 孔夏冰¹ 唐冬梅² 韩令喜¹ 刘晓丽¹ 万浩亮¹ 齐勇²
贾东杰¹ 聂继云¹

(1. 青岛农业大学园艺学院, 农业农村部果品质量安全风险评估实验室(青岛), 全国名特优新产品(园艺产品)全程质量控制技术青岛中心, 青岛市现代农业质量与安全工程重点实验室, 山东青岛 266109;
2. 贵州省农业科学院果树科学研究所, 贵阳 550006)

摘要:为明确幼果期氯吡脞浸果对‘贵长’猕猴桃质量安全的影响,本研究于‘贵长’猕猴桃花后 25 d 进行 3 种浓度(5、10 和 20 mg/L)的氯吡脞浸果处理,果实成熟采摘后进行货架期试验和相关品质指标及氯吡脞残留测定。试验结果表明,处理组比对照组单果重提高了 35.4%~42.1%、果实纵径增大了 6.9%~13.6%、果实横径增大了 9.0%~14.5%、单果重/果实纵径提高了 16.5%~24.4%、单果重/果实横径提高了 18.6%~27.5%,处理组和对对照组之间果形指数和果实形状无明显差异;处理组比对照组果实硬度小、后熟变软快,而且处理浓度越高,后熟变软越快,至货架期试验的第 12 d,处理组和对对照组均已后熟变软,达到可食用状态;果实后熟变软后,处理组维生素 C 含量、可溶性固形物含量和固酸比均较对照组高,而可滴定酸含量均比对照组低;果实成熟采摘时,各处理组均有氯吡脞残留检出,但不超标,且主要残留于果皮中;综合考虑使用效果、品质影响、残留水平等因素,‘贵长’猕猴桃氯吡脞处理浓度以 10 mg/L 为宜。本研究结果可为‘贵长’猕猴桃生产中氯吡脞科学使用和残留监管提供科学依据。

关键词:氯吡脞;猕猴桃;果实品质;农药残留;货架期

猕猴桃为猕猴桃科(Actinidiaceae)猕猴桃属(*Actinidia* Lindl.),原产于我国^[1-2]。猕猴桃属植物资源极为丰富,广泛用于商业化栽培的为中华猕猴桃和美味猕猴桃,软枣猕猴桃和毛花猕猴桃也有少量应用^[3]。我国猕猴桃种植面积和产量均居世界首位^[4]。据联合国粮食及农业组织统计数据,截至 2019 年,我国猕猴桃种植面积 18.3 万 hm²,总产量 219.7 万 t(占全球猕猴桃总产量的 50.5%)^[4]。猕猴桃营养丰富,特别是维生素 C 含量极高,每 100 g 猕猴桃中维生素 C 含量一般在 100~200 mg,每天吃一个猕猴桃即可满足人体对维生素 C 的需要^[1]。‘贵长’猕猴桃(*Actinidia deliciosa* ‘Guichang’)属美味猕猴桃,是贵州省自主选育并主要推广的地方优良品种,外观修长匀称,果肉浅绿色、味甜、香浓,深受消费者喜爱^[5-6]。该品种在贵州省得到大

规模栽培,面积已接近 1.33 万 hm²^[5,7]。

氯吡脞是一种细胞分裂素类植物生长调节剂,对人畜低毒,是我国猕猴桃生产中主要使用的膨大剂,登记用于幼果期(一般在花后 20~25 d)浸果或喷雾处理^[8-12]。氯吡脞又称氯吡苯脞,英文别名 CPPU,能促进细胞分裂、增加细胞数目、扩大细胞体积,具有增加单果重、提高座果率等作用,对增大果实、提高产量效果显著,在猕猴桃生产中被广泛使用^[9-10,12-18]。关于猕猴桃使用氯吡脞后对果实品质和安全性影响的研究多有报道^[10,14,18-25],涉及‘红阳’‘华优’‘徐香’‘泰山 1 号’‘海沃德’‘秦美’等诸多品种;‘贵长’猕猴桃少有研究报道,且仅涉及对果实品质的影响^[7,26],未涉及氯吡脞残留消解和产品安全性。

在我国猕猴桃栽培管理过程中,氯吡脞使用缺

基金项目:国家农产品质量安全风险评估项目计划(GJFP2020002);青岛农业大学高层次人才基金(665-1120015)。

作者简介:许敏(1997—),从事果品质量安全研究。E-mail: xumin970214@163.com。聂继云(1970—),教授,从事果品质量安全研究。E-mail: jiyunnie@163.com(通讯作者)。

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,存在着片面追求产量而加大氯吡脞使用剂量的问题,这不仅影响了猕猴桃果实品质和贮藏性,甚至导致消费者的消费愿望下降^[19,22~23,27~28]。氯吡脞使用剂量加大还会造成猕猴桃氯吡脞残留量增加和产品安全性降低。猕猴桃中氯吡脞残留可能会对对人体带来潜在的健康风险,这正是猕猴桃中氯吡脞残留限量制定的原因所在^[25]。因此,本文根据氯吡脞登记推荐用量^[7],在‘贵长’猕猴桃幼果期进行3种浓度(5、10、20 mg/L)的浸果处理,采收后进行货架期试验和品质安全检测分析,旨在明确氯吡脞各浓度处理对‘贵长’猕猴桃主要品质指标和食用安全性的影响,筛选出氯吡脞适宜使用浓度,为‘贵长’猕猴桃生产中氯吡脞的科学、合理使用提供依据。

一、材料和方法

(一) 田间试验 幼果氯吡脞浸果处理试验设在贵州省贵阳市息烽县石硐镇中康公司‘贵长’猕猴桃园。该园采用小棚架树形,每株猕猴桃树2个主蔓。药剂选用四川兰月科技有限公司生产的兰月[®]好美得[®]氯吡脞,有效成分含量0.1%,可溶液剂,微毒。试验设3种处理浓度(5、10、20 mg/L),分别记为T1、T2和T3。每种处理1个小区,每个小区10株猕猴桃树,树势和挂果量基本一致,田间管理相同。每株树的一个主蔓上的果实全部进行氯吡脞浸果处理,另一个主蔓上的果实用蒸馏水代替氯吡脞进行浸果处理(设为对照,CK)。浸果处理于2020年6月4日(花后25 d)进行,果实完全浸没于氯吡脞溶液(处理组)或蒸馏水(对照组)中,停留3 s后取出^[29]。处理果和对对照果分别做好标记。果园按当地正常管理水平进行土肥水和树体管理。

(二) 样品采集 2020年10月13日,试验果达到适采成熟度,采集样品。每种处理均从每株树的药剂处理主蔓随机采摘果实20个,从另一主蔓(未进行药剂处理)随机采摘果实10个。果实采摘后,3种处理和对照分别做好标记,用柔软材料(珍珠棉水果托)单果隔离包装。样品采集当天,快递发往青岛农业大学。样品运达当天,将其置于室温(20℃,空调控温)和相对湿度85%~90%(适时喷雾保湿)条件下进行货架期试验。货架期试验期间,从第3 d开始,处理组取样进行全果和去皮后果肉氯吡脞残留检测,并每隔3 d取样进行

猕猴桃品质检测,直至果实后熟变软为止。各取样节点对照组和各处理组均设3个重复,每个重复取10个果实。

(三) 样品检测 测定指标包括单果重、果实纵径、果实横径、果形指数、果实硬度、可溶性固形物含量、维生素C含量、可滴定酸含量和氯吡脞残留量(对照组不测定氯吡脞残留量),同时观察果实有无空心现象。单果重用电子天平(上海津平科学仪器有限公司,YP2002型)称量。果实纵径和横径用游标卡尺(香港鼎好工量具有限公司,旗丰[®])测定。果形指数以果实纵径与横径之比表示。果实硬度用质构仪(美国Food Technology Corporation公司,TMS-Touch型)测定,用刀片削去猕猴桃中部短轴方向的两侧各约1 cm²果皮,用P/2柱头(Φ2 mm)进行穿刺测试。可溶性固形物含量、维生素C含量和可滴定酸含量分别采用折射仪法、2,6-二氯酚酚滴定法和酸碱滴定法测定^[29],可溶性固形物含量测定所用仪器为数显糖量计(日本ATAGO公司,PAL-1型)。氯吡脞残留量用三重四极杆液质联用仪(日本岛津公司,LC-MS/MS-8040型)测定,方法依据GB 23200.110-2018《食品安全国家标准 植物源性食品中氯吡脞残留量的测定 液相色谱-质谱联用法》。除可滴定酸含量和维生素C含量外,其余各指标均以10个果实的平均值计。

二、结果与分析

(一) 氯吡脞处理对‘贵长’猕猴桃外观形态的影响 对照组和各处理组之间果形无明显差异,均呈细长椭圆形,但对对照组果皮和茸毛的颜色均较处理组浅,且对照组果实茸毛比处理组密而长。无论对照组还是各处理组,果实均未发现空心现象^[9]。3个处理组(T1、T2和T3)的单果重、果实纵径、果实横径、单果重/果实纵径和单果重/果实横径均极显著($P<0.01$)大于对照组(见表1),表明氯吡脞处理能使‘贵长’猕猴桃明显增大果实和提高产量。其中,单果重分别提高了35.4%、42.1%和38.3%,果实纵径分别增大了6.9%、11.5%和13.6%,果实横径分别增大了9.0%、14.5%和11.3%,单果重/果实纵径分别提高了16.5%、24.4%和24.4%,单果重/果实横径分别提高了18.6%、27.5%和25.5%。3种处理之间这5项指标均无显著差异,表明幼果期5、10、20 mg/L氯吡脞浸果处理对‘贵长’猕猴桃大小的影

响效果是一样的。3种处理与对照之间果形指数均无显著差异,表明氯吡脞处理未改变‘贵长’猕猴桃

桃的果实形状,其所引起的‘贵长’猕猴桃果实增大是纵径与横径协同增大。

表1 氯吡脞处理对‘贵长’猕猴桃大小和形状的影响

指标	CK	T1	T2	T3
单果重(g)	71.2±11.3 ^{bb}	96.4±15.7 ^{aa}	101.2±17.1 ^{aa}	98.5±14.4 ^{aa}
果实纵径(mm)	69.6±5.2 ^{cb}	74.4±6.6 ^{ba}	77.6±7.3 ^{ba}	79.1±5.8 ^{aa}
果实横径(mm)	43.4±3.4 ^{bb}	47.3±3.9 ^{ba}	49.7±4.7 ^{ba}	48.3±3.7 ^{ba}
果形指数	1.61±0.14 ^{aa}	1.58±0.16 ^{aa}	1.57±0.18 ^{aa}	1.59±0.15 ^{aa}
单果重/果实纵径(g/mm)	1.64±0.19 ^{bb}	1.91±0.25 ^{aa}	2.04±0.27 ^{aa}	2.04±0.22 ^{aa}
单果重/果实横径(g/mm)	1.02±0.11 ^{bb}	1.21±0.12 ^{aa}	1.30±0.14 ^{aa}	1.28±0.12 ^{aa}

注:同行不同小写字母表示彼此间有显著差异($P<0.05$),不同大写字母表示彼此间有极显著差异($P<0.01$)。

(二) 氯吡脞处理对‘贵长’猕猴桃内在品质的影响 猕猴桃属呼吸跃变型果实,采摘后需经后熟变软方可食用^[30]。无论对照组还是各处理组,样品果采摘后第3d运至实验室,在室温(20℃)和相对湿度85%~90%条件下放至第12d时均已后熟变软,达到可食用状态^[31],但对照组后熟变软速度明显慢于各处理组(见表2)。从表2可知,货架期试验的第3d果实硬度仍很大,第3d至第6d果实硬度急剧下降,此后果实硬度下降速度放缓;总的趋势是氯吡脞处理浓度越高,果实硬度越小,果实硬度下降速度越快。果实可溶性固形物含量随放置时间延长而呈升高趋势,各处理组的果实可溶性固形物含量均显著($P<0.05$)高于对照组(见表3),至放置第12d时,分别比对照组高出31.2%、

30.9%和30.8%,而3种处理组间果实可溶性固形物含量无明显差异。果实可滴定酸含量随贮藏时间的延长而逐渐降低(见表4),放置至第12d时,各处理组分别比对照组低25.2%、24.4%和7.3%,且各处理组的固酸比均显著高于对照组(见图1)。李国田等^[21]在‘泰山1号’猕猴桃上,张承等^[7]和赵治兵等^[26]在‘贵长’猕猴桃上的研究也表明,幼果期氯吡脞浸果处理的猕猴桃采后放至后熟变软时固酸比高于对照。样品放至第12d时,对照组的维生素C含量最低,3种处理的维生素C含量分别比对照高9.8%、16.8%和18.2%,表明氯吡脞处理能在一定程度上提高‘贵长’猕猴桃的维生素C含量(见表5)。

表2 氯吡脞处理对‘贵长’猕猴桃硬度的影响 (kg/cm²)

处理组	采后第3d硬度	采后第6d硬度	采后第9d硬度	采后第12d硬度
CK	53.48±1.97 ^{aa}	24.51±4.51 ^{aa}	14.60±4.29 ^{aa}	11.07±4.26 ^{aa}
T1	47.68±2.69 ^{bb}	9.68±2.96 ^{bb}	7.51±2.35 ^{ab}	5.37±1.73 ^{bb}
T2	50.49±2.84 ^{ab}	8.26±2.53 ^{bb}	3.07±0.82 ^{bb}	2.50±0.47 ^{bb}
T3	44.96±2.36 ^{cb}	2.93±0.57 ^{bb}	1.83±0.21 ^{bb}	1.78±0.19 ^{bb}

注:同列不同小写字母表示彼此间有显著差异($P<0.05$),不同大写字母表示彼此间有极显著差异($P<0.01$)。

表3 氯吡脞处理对‘贵长’猕猴桃可溶性固形物含量的影响 (%)

处理组	采后第3d可溶性固形物含量	采后第6d可溶性固形物含量	采后第9d可溶性固形物含量	采后第12d可溶性固形物含量
CK	7.89±1.05 ^{ba}	8.90±1.59 ^{bb}	9.33±1.68 ^{bb}	9.97±1.22 ^{bb}
T1	8.46±1.97 ^{ba}	11.09±1.74 ^{aa}	12.05±1.04 ^{aa}	13.08±3.03 ^{aa}
T2	9.54±1.33 ^{aa}	9.86±1.63 ^{ab}	11.43±2.11 ^{ab}	13.05±0.48 ^{aa}
T3	9.56±1.33 ^{aa}	11.73±3.14 ^{aa}	11.29±1.43 ^{ab}	13.04±3.41 ^{aa}

注:同列不同小写字母表示彼此间有显著差异($P<0.05$),不同大写字母表示彼此间有极显著差异($P<0.01$)。

表 4 氯吡脞处理对‘贵长’猕猴桃可滴定酸含量的影响 (%)

处理组	采后第 3 d 可滴定酸含量	采后第 6 d 可滴定酸含量	采后第 9 d 可滴定酸含量	采后第 12 d 可滴定酸含量
CK	1.29±0.43 ^{AA}	1.25±0.24 ^{AA}	1.23±0.25 ^{AA}	1.23±0.16 ^{AA}
T1	1.02±0.01 ^{CC}	0.98±0.01 ^{CC}	0.95±0.01 ^{CC}	0.92±0.01 ^{CC}
T2	1.06±0.00 ^{CC}	1.02±0.00 ^{CC}	0.95±0.04 ^{CC}	0.93±0.03 ^{CC}
T3	1.21±0.01 ^{BB}	1.15±0.01 ^{BB}	1.15±0.02 ^{BB}	1.14±0.00 ^{BB}

注：同列不同小写字母表示彼此间有显著差异 ($P<0.05$)，不同大写字母表示彼此间有极显著差异 ($P<0.01$)。

表 5 氯吡脞处理对猕猴桃维生素 C 含量的影响 (mg/100g)

处理组	采后第 3 d 维生素 C 含量	采后第 6 d 维生素 C 含量	采后第 9 d 维生素 C 含量	采后第 12 d 维生素 C 含量
CK	87.64±0.00 ^{BB}	91.00±0.41 ^{CC}	91.72±0.41 ^{BB}	91.24±0.00 ^{CC}
T1	75.60±0.25 ^{BB}	77.70±0.25 ^{DD}	86.25±0.49 ^{BB}	100.18±0.56 ^{BB}
T2	102.25±0.41 ^{AA}	100.10±0.41 ^{BB}	106.80±0.83 ^{AA}	106.56±0.41 ^{AA}
T3	108.86±0.49 ^{AA}	109.56±0.49 ^{AA}	102.30±0.00 ^{AA}	107.83±0.00 ^{AA}

注：同列不同小写字母表示彼此间有显著差异 ($P<0.05$)，不同大写字母表示彼此间有极显著差异 ($P<0.01$)。

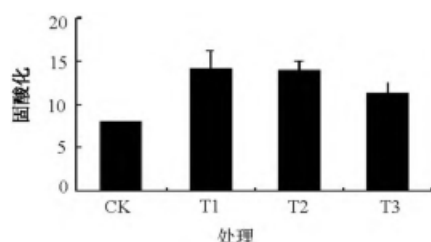


图 1 氯吡脞处理对猕猴桃固酸比的影响 (采后第 12 d)

(三) 浸果处理浓度对‘贵长’猕猴桃氯吡脞残留的影响 样品运到实验室后，立即将猕猴桃全果和去皮后果肉制成试样，保存于-80℃冰箱中，随后测定氯吡脞残留量。经检测，3种处理的全果中氯吡脞残留量分别为0.0110、0.0161、0.0372 mg/kg，均低于GB 2763-2021《食品安全国家标准 食品中农药最大残留限量》设定的猕猴桃中氯吡脞最大残留限量0.05 mg/kg。结果表明，‘贵长’猕猴桃幼果期氯吡脞浸果处理后至成熟采摘后第3 d(中间间隔135 d)，果实中仍有氯吡脞残留，而且浸果处理浓度越大，氯吡脞残留量越高(见图2)；在3种处理浓度下，果实虽有氯吡脞残留检出，但残留水平是安全的。果实去皮(约0.6 mm厚)后测

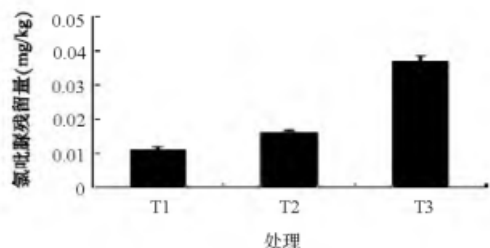


图 2 不同浸果处理的‘贵长’猕猴桃成熟果实采后第 3 d 的氯吡脞残留量

定果肉中氯吡脞残留量，均未检出。综上所述说明，猕猴桃果实中氯吡脞残留主要存在于果皮上，猕猴桃去皮后食用，消费者基本不会摄入氯吡脞残留；只要氯吡脞浸果处理浓度不超过最高推荐使用浓度(20 mg/L)，猕猴桃产品的安全性是有保障的。

三、讨论

幼果期氯吡脞浸果处理能增大猕猴桃果实纵径、果实横径和单果重，但对果形指数没有明显影响，即不会改变果实的基本形状，这与前人研究结果一致^[7,19-23,27]。与对照组相比，各处理组的果实硬度均有明显下降，总体趋势是处理浓度越大，果实硬度越小，这与张承等^[7]、王玮等^[19]和李国田等^[21]的研究结果一致。导致果实硬度降低的原因是氯吡脞加速了细胞分裂，致使果实组织疏松^[23]。可溶性固形物含量是反映猕猴桃内在品质的主要指标^[27]。3种浓度的氯吡脞处理均会促进猕猴桃可溶性固形物含量提高，究其原因，可能是氯吡脞处理增强了果实调运光合产物的能力，改善了果实中有机营养状况^[24]。氯吡脞处理往往会导致猕猴桃维生素 C 含量降低，且处理浓度越高，降低程度越大^[7,19-20]。本文及其他学者对‘徐香’^[20]、‘红阳’^[22]和‘贵长’^[26]猕猴桃的研究表明，氯吡脞处理也可能导致猕猴桃维生素 C 含量升高。氯吡脞处理还会导致‘贵长’猕猴桃可滴定酸含量降低，其他学者对‘泰山 1 号’猕猴桃的研究也发现了同样的情况^[21]。

‘贵长’猕猴桃幼果期氯吡脞浸果处理，至成熟采摘后第 3 d (中间间隔 135 d)，果实中仍有氯

吡啶残留检出,而且高浓度处理组的氯吡啶残留水平比低浓度处理组高。李菁等^[11]和谭永中等^[22]的研究也发现,处理浓度越大,猕猴桃中氯吡啶残留量越大。从相关报道^[11,22,25]可见,猕猴桃幼果期氯吡啶浸果处理浓度即使在20 mg/L以上,甚至达到100 mg/L,成熟采摘时猕猴桃中氯吡啶残留均已降至最大残留限量以下,说明氯吡啶残留水平是安全的,不会危害消费者人体健康。氯吡啶合理使用浓度的设定,不仅要考虑猕猴桃的食用安全性,还要考虑氯吡啶处理对猕猴桃品质的影响和不同猕猴桃品种对氯吡啶处理的反应差异性。多数研究提出的猕猴桃幼果期氯吡啶浸果处理的合理/最佳使用浓度均不超过10 mg/L^[11,19~20,22~23,26~27]。本文试验结果表明,总体来看,3种处理浓度中以10 mg/L氯吡啶处理效果最好。

四、结论

‘贵长’猕猴桃幼果期5、10、20 mg/L氯吡啶浸果处理能显著促进单果重、果实纵径和果实横径的增大,但对果实形状和果形指数无明显影响。3种浓度的氯吡啶处理均使‘贵长’猕猴桃可溶性固形物含量、维生素C含量和固酸比显著提高,同时引起果实硬度、可滴定酸含量和贮藏性下降。各浓度处理组的‘贵长’猕猴桃成熟采摘时氯吡啶残留量均远低于最大残留限量,且主要残留于果皮上,对消费者是安全的。综合考虑氯吡啶使用效果和使用后对果实品质(包括贮藏性)及食用安全性的影响,‘贵长’猕猴桃上氯吡啶的使用浓度以10 mg/L为宜。

本文引用格式:许敏,孔夏冰,唐冬梅,等.不同浓度氯吡啶处理对猕猴桃质量安全的影响[J].农产品质量与安全,2022(1):63-67,96.

XU Min, KONG Xiabing, TANG Dongmei, *et al.* Effects of different concentration of forchlorfenuron on quality and safety of kiwifruit [J]. *Quality and Safety of Agro-products*, 2022(1): 63-67, 96.

参考文献

- [1] 聂继云.果品绿色生产与营养健康[M].北京:中国农业科学技术出版社,2020.
- [2] 姜正旺,钟彩虹.试论猕猴桃科普与果实品质提升的重要性[J].中国果树,2020(1):1-8.
- [3] 戴小梅,翟敬华,陈志伟,等.猕猴桃的营养成分与保健功能[J].湖北农业科学,2020,59(增刊):386-388,420.
- [4] Food and Agriculture Organization of the United Nations. Food and Agriculture Data [DB/OL]. [2021-08-06]. <https://www.fao.org/faostat/en/#data>.
- [5] 鲁敏,黄亚欣,王国立,等.‘贵长’猕猴桃果实内源激素的动态分布及含量变化与果实形状发育的关系[J].植物生理学报,2020,56(10):2159-2167.
- [6] 金方伦,黎明,韩成敏.贵长猕猴桃在黔北地区的生物学特性及丰产优质栽培技术[J].贵州农业科学,2009,37(10):175-177.
- [7] 张承,王秋萍,吴小毛,等.氯吡啶对贵长猕猴桃果实氨基酸和香气成分的影响[J].核农学报,2019,33(11):2186-2194.
- [8] 陈卫军,张耀海,李云成,等.果蔬中常用植物生长调节剂分析方法研究进展[J].食品科学,2012,33(11):283-289.
- [9] 高金山,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.
- [10] LI M H, GUO X D, CHEN Y J, *et al.* The degradation of forchlorfenuron in the model kiwifruit juice by ultrasonic treatment [J]. *Journal of Food Processing and Preservation*, 2020, 44 (5): 14 424.
- [11] 李菁,孟庆庆,张振华,等.氯吡啶在猕猴桃中的残留动态及其影响研究[J].食品安全质量检测学报,2020,11(2):393-399.
- [12] 雷绍荣,郭灵安,毛建霏,等.氯吡啶残留检测技术进展及趋势[J].中国测试,2011,37(6):53-56.
- [13] MA T T, LAN T, JU Y L, *et al.* Comparison of the nutritional properties and biological activities of kiwifruit (*Actinidia*) and their different forms of products: towards making kiwifruit more nutritious and functional [J]. *Food & Function*, 2019, 10 (3): 1 317-1 329.
- [14] 李瑞娟,于建垒,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(2):78-80,83.
- [15] 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.
- [16] CRUZ-CASTILLO J G, WOOLLEY D J, LAWES G S. Kiwifruit size and CPPU response are influenced by the time of anthesis [J]. *Scientia Horticulturae*, 2020, 95 (1): 23-30.
- [17] 方金豹,黄海,周润生,等. CPPU对促进猕猴桃果

(下转第96页)

