

梨果套袋及常用清洗方式对农药残留 去除效果研究

陈勇达, 张少军*

(农业部农产品质量安全风险评估实验室(石家庄), 石家庄 050051)

摘要: 目的 研究套袋模式以及常用清洗方式对梨果中农药残留去除效果。**方法** 在套袋与不套袋梨树上施用 6 种农药(毒死蜱、高效氯氰菊酯、苯醚甲环唑、戊唑醇、多菌灵、吡虫啉), 采摘期分别取样, 非套袋梨果用 4 种方式(清水、盐水、苏打水、洗涤剂)清洗, 对比套袋与不套袋, 4 种方式清洗与不清洗梨果中农药残留量。**结果** 套袋梨果对比不套袋农药去除率为 43%~96%。4 种清洗方式相比不清洗的去除率为 44%~88%。**结论** 套袋以及 4 种清洗方式均能有效去除农药残留, 但存在一定差异, 苏打水清洗去除梨果农药残留效果最佳。

关键词: 梨果; 套袋; 清洗方式; 去除率; 农药残留

Removal effect of pesticide residue in pear by bagging and different rinsing modes

CHEN Yong-Da, ZHANG Shao-Jun*

(Laboratory of Quality and Safety Risk Assessment for Agro-products (Shijiazhuang), Ministry of Agriculture, Shijiazhuang 050051, China)

ABSTRACT: Objective To investigate the effects of bagging cultivation model and different rinsing modes on removing pesticide residue in pear. **Methods** Pears with bagging and no bagging cultivation model were sprayed with chlorpyrifos, beta-cypermethrin, difenoconazole, tebuconazole, carbendazim and imidacloprid, and picked during harvest period, for no bagging pears were cleaned with water, salt water, soda water and detergent respectively. The pesticide residues in bagged and non-bagged, uncleaned samples and cleaned by 4 methods were detected and compared. **Results** The pesticide residue removal rate in pear of bagging and no bagging was 43%~96%, and 44%~88% of uncleaned samples and cleaned by 4 methods. **Conclusion** The bagging method and 4 cleaning methods can efficiently remove pesticide residues in pears and have different removal efficiency. Among all 4 kinds of rising methods, soda water is the most effective method.

KEY WORDS: pear; bagging; rinsing modes; removal rate; pesticide residue

基金项目: 农业部农产品质量安全监管局项目(GJFP201600303)

Fund: Supported by Ministry of Agriculture Agricultural Products Quality and Safety Supervision Bureau Project (GJFP201600303)

*通讯作者: 张少军, 博士, 研究员, 主要研究方向为农药残留试验及农产品质量安全。E-mail: zhangshj601@163.com

*Corresponding author: ZHANG Shao-Jun, Ph.D, Professor, Laboratory of Quality and Safety Risk Assessment for Agro-products (Shijiazhuang), Ministry of Agriculture, Shijiazhuang 050051, China. E-mail: zhangshj601@163.com

1 引言

梨果是我国重要的消费类水果, 因其具有外形美观, 肉质脆嫩、多汁、酸甜可口的特点以及含有人体所需的多种营养成分^[1,2], 还具有解渴润肺、排毒养颜^[3]等医疗、保健作用, 因此梨果的产量、消费量非常大, 连续几年产量居高不下, 2015 年全国梨产量为 1869.86 万吨, 2016 年为 1870.44 万吨^[4]。由此, 梨果的食用安全更为广大消费者关注, 近年来, 围绕农药残留引发的食品安全事件屡见报道, 引起人们的惶恐: 食用农药残留过高的农产品, 会造成头痛、无力、恶心、呕吐、腹泻等症状, 甚至出现生命危险, 严重影响人体健康^[5,6]。由于梨果在整个生长季节受到多种病虫害影响, 常见的病害有: 梨黑星病、梨轮纹病、梨褐斑病、梨黑点病等, 常见的虫害有: 梨木虱、梨黄粉蚜、康氏粉蚧、梨小食心虫等^[7], 因此果农为了达到高产以及较高的经济效益, 往往在生产中大量使用农药, 常用农药品种为: 福美肿、阿维菌素、毒死蜱、溴氰菊酯、氯氰菊酯、烯啶醇、甲基托布津、波尔多液、代森锰锌、功夫菊酯等^[8]。农药的大量使用, 势必造成农药残留, 引起质量安全。目前报道农药残留去除方式多见蔬菜、草莓等^[9-11], 但在梨果中应用较少。目前生产中多采用梨果套袋的方式^[12], 及食用前不同清洗方式(清水清洗、盐水等)^[13-18], 来有效去除梨果中的农药残留, 为了深入探讨这些方式对梨果中农药残留的去除效果, 农业部农产品质量安全风险评估实验室(石家庄)2016 年针对梨果定点开展试验验证, 研究不同栽培模式(是否套袋)、不同清洗方式(清水、盐水、苏打水、洗涤精)等情况下梨果中农药残留去除效果, 提出科普解读, 回应公众疑虑, 引导合理消费。

2 材料与方法

2.1 材料与试剂

农药品种的选择: 参考靳欣欣、潘立刚等^[19]2013~2014 年在对河北省梨主产区的农药使用情况的摸底调研工作中检出率较高的农药品种, 以及在梨果上的登记和使用、农药的理化性质等情况, 选取了多菌灵、戊唑醇、苯醚甲环唑、吡虫啉(内吸型)和高效氯氟菊酯、毒死蜱(非内吸型, 毒死蜱渗透)6 种农药作为试验用药。

其中: 多菌灵可湿性粉剂(50%, 山西德威生化有限责任公司); 戊唑醇可湿性粉剂(80%, 浙江威尔达化工有限公司); 吡虫啉可湿性粉剂(10%)、高效氯氟菊酯(4.5%)、乳油(河北威远生化农药有限公司); 苯醚甲环唑可湿性粉剂(12%, 陕西美邦农药有限公司); 毒死蜱乳油(480 g/L, 美国陶氏益农公司)。

6 种农药的标准品分别为: 100 mg/L 戊唑醇标准溶液(产品编号: GSB05-2643-2010, 保存溶剂: 异丙醇)、100 mg/L 吡

虫啉标准溶液(产品编号: GSB05-1890-2016, 保存溶剂: 乙醇)、100 mg/L 苯醚甲环唑标准溶液(产品编号: SB05-170-2008, 保存溶剂: 甲醇)、100 mg/L 多菌灵标准溶液(产品编号: GSB05-2342-2016, 保存溶剂: 乙醇)、100 mg/L 高效氯氟菊酯标准溶液(产品编号: SB05-286-2012, 保存溶剂: 正己烷)、100 mg/L 毒死蜱标准溶液(产品编号: GSB05-1869-2016, 保存溶剂: 丙酮), 上述农药标准品均由北京勤诚亦信科技开发有限公司提供, 现用现配。

乙腈、甲苯(色谱纯, 天津市四友精细化学品有限公司); 氯化钠(分析纯, 天津市永大化学试剂有限公司)、无水硫酸钠(分析纯, 天津市四友精细化学品有限公司)。

2.2 仪器与设备

TSQ Quantum Ultra 三重四级杆液相色谱/质谱联用仪(美国赛默飞世尔科技有限公司); GC 2010 plus 气相色谱仪带电子捕获检测器(日本岛津公司); Accucore Q 色谱柱(150 mm×2.1 mm, 2.6 μm, 美国 Thermo Scientific 公司); DB-1701 毛细管色谱柱(30 m×0.25 mm, 0.25 μm, 美国 Agilent 公司); T25 均质器(德国 LC TECH 公司); Cleanert PC/NH₂ 固相萃取小柱(1 g/6 mL, 天津博纳艾杰尔科技有限公司); Florisil 固相萃取小柱(500 mg/6 mL, 天津博纳艾杰尔科技有限公司)。

2.3 试验设计

2.3.1 田间试验设计

选取河北省梨主产区赵县范庄镇小寺庄村为田间试验实施基地, 参照农药使用规程施药, 设套袋与不套袋 2 种栽培模式, 每个模式设 3 个重复小区, 共 6 个小区(每小区不少于 3 棵树)。收获期在每个小区不同部位均匀采样, 进行不同栽培模式、4 种不同清洗方式梨果中农药残留水平对比试验。

梨果样品, 按照从每棵树的各部位(上、下、内、外、向阳和背阴面)采样, 果实密集的部位相对多采, 每小区采样量不少于 12 个果, 重量不少于 2 kg^[20], 保证套袋与非套袋, 每个模式下采摘果实不少于 36 个并充分混匀, 保证均匀。

2.3.2 实验室试验设计

套袋天然对农药残留渗透有物理阻隔效果, 但对内吸性与非内吸性农药残留量去除效果差异有多大, 需进一步探讨, 故本研究首先研究采摘的套袋梨果与非套袋的梨果在未清洗的条件下残留量对比。然后以非套袋未清洗的梨果样品的残留量作为对照, 分别对比用“清水清洗”“盐水清洗”“苏打水清洗”“洗涤精清洗”4 种方式清洗非套袋梨果后的残留量, 考察各自的农药残留去除效果。

4 种清洗方式, 每个处理取 6 个完整的梨果, 考虑到人们日常清洗梨果表皮习惯, 加入溶液量以刚好浸没梨果为宜。

参考其他相关文献^[21-29], 本试验具体实施方案如下

所示:

1) 不清洗

将采集的收获期的非套袋处理的 6 个梨果样品以及套袋的 6 个样品, 不经任何清洗处理, 切碎混匀四分法取样直接制备为实验室样品。然后检测并作对比。

2) 清水清洗

将采集的收获期的非套袋处理的梨果样品, 清水(蒸馏水)浸泡 15 min 后用自来水冲洗, 晾干后检测全果。

3) 盐水清洗

将采集的收获期的非套袋处理的梨果样品, 使用生理盐水(或 0.9% 盐水)浸泡 15 min 后用自来水冲洗, 晾干后检测全果。

4) 苏打水清洗

将采集的收获期的非套袋处理的梨果样品, 配制 1% 苏打水, 用其浸泡梨果 15 min 后用自来水冲洗, 晾干检测全果。

5) 洗洁精清洗

配制白猫洗洁精水(0.2%), 将采集的收获期的非套袋处理的梨果样品, 用其浸泡梨果 15 min 后用自来水冲洗, 晾干检测全果。

2.4 不同农药样品前处理

2.4.1 戊唑醇、多菌灵、吡虫啉

称取 20.0 g 匀浆好的梨果样品于 80 mL 离心管中, 加入 40 mL 乙腈用均质器 15000 r/min 匀浆提取 1 min, 加入 5 g 氯化钠, 再匀浆提取 1 min, 在 3800 r/min 离心 5 min, 取上清液 20 mL, 40 °C 水浴旋蒸至浓缩至 1 mL 待过 Cleanert PC/NH₂ 固相萃取小柱净化。小柱先用 4 mL 用乙腈: 甲苯(3:1, V:V)预洗柱, 当液面到达小柱硫酸钠顶部时, 迅速将样品浓缩液转移至净化柱上, 同时收集洗脱液, 再每次用 2 mL 乙腈: 甲苯(3:1, V:V)洗涤液瓶 3 次, 并将洗涤液转移入柱中。在柱上加上 50 mL 贮液器, 用 25 mL 乙腈: 甲苯(3:1, V:V)继续洗脱, 合并洗脱液于鸡心瓶中, 40 °C 水浴旋蒸至浓缩至 0.5 mL。将浓缩液置于氮吹仪上吹干, 迅速加入 1 mL 乙腈: 水(3:2, V:V), 混匀, 经 0.2 μm 滤膜过滤待液相色谱/质谱联用仪检测^[30]。

2.4.2 高效氯氟菊酯、苯醚甲环唑、毒死蜱

准确称取 25.0 g 试样, 加入 50 mL 乙腈, 在匀浆机中高速匀浆 2 min 后用滤纸过滤, 滤液收集到装有 6 g 氯化钠的 100 mL 具塞量筒中, 收集滤液 40~50 mL, 塞上塞子, 剧烈振荡 1 min, 在室温下静置 30 min, 使有机相和水相分层。从 100 mL 具塞量筒中, 准确吸取 10.0 mL, 放入试管中, 40 °C 水浴氮吹仪吹至近干, 加入 1.0 mL 正己烷: 丙酮(7:3, V:V)溶解待过 Florisil 固相萃取小柱净化。Florisil 固相萃取小柱用 5.0 mL 正己烷: 丙酮(7:3, V:V)预淋, 淋洗液弃去, 当液面下降至填料表面时, 将样品溶液上柱, 同时立即收集洗脱液, 再用 15.0 mL 正己烷: 丙酮(7:3, V:V)淋洗

试管后上柱, 洗脱液在 40 °C 水浴下用氮气吹至近干, 加入 5 mL 色谱纯甲苯定容, 过 0.45 μm 滤膜后待气相色谱仪带电子捕获检测器检测^[31]。

2.5 仪器条件

2.5.1 戊唑醇、多菌灵、吡虫啉液相色谱/质谱联用仪器检测条件

柱温: 40 °C; 离子源: ESI; 离子源温度: 350 °C; 毛细管温度: 350 °C; 电喷雾电压: 3800 V; 鞘气: 35 Arb; 辅助气: 15 Arb; 碰撞气体类型: 氩气; 碰撞气压力: 1.5 mTorr; 流动相: A: 0.05% 甲酸水溶液, B: 乙腈; 进样量: 5.0 μL。外标法定量。

2.5.2 高效氯氟菊酯、苯醚甲环唑、毒死蜱气相色谱仪带电子捕获检测器检测条件

气相色谱仪带电子捕获检测器 300 °C; 进样口温度 250 °C, 不分流进样; 柱温: 80 °C 保持 1 min, 25 °C/min 升至 270 °C 保持 13 min; 柱流速: 1 mL/min; 尾吹: 59 mL/min; 进样量为 1.0 μL。外标法定量。

2.6 数据公式

$$X = (C_1 - C_2) / C_1 \times 100$$

式中: X 为农残去除率, %; C_1 为未清洗处理的非套袋样品的残留量, mg/kg; C_2 : 采用不同清洗方式处理后样品的残留量, mg/kg。

3 结果与分析

3.1 不同农药样品前处理结果

按 2.4.1 取没有喷施过农药的空白梨果做添加回收率试验, 每个添加浓度做 5 个平行样, 结果如表 1, 结果表明该方法的准确度、精密性满足农药残留试验对检测方法的要求^[20]。

表 1 戊唑醇、多菌灵、吡虫啉、高效氯氟菊酯、苯醚甲环唑、毒死蜱在梨果中的加标回收率和相对标准偏差($n=5$)

Table 1 Average recoveries and relative standard deviation for tebuconazole, carbendazim, imidacloprid, tebuconazole, carbendazim and imidacloprid in pear ($n=5$)

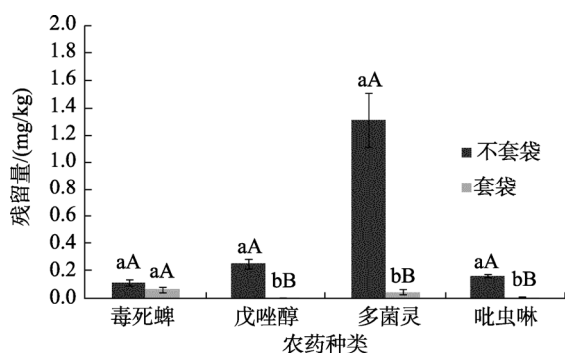
农药品种	添加水平/(mg/kg)	平均回收率/%	相对标准偏差/%
戊唑醇	0.005	80	1.8
	0.5	85	2.2
	5	92	2.5
多菌灵	0.01	86	3.4
	0.5	87	3.2
	5	93	2.5
吡虫啉	0.005	92	3.8
	0.5	95	2.1
	5	88	1.9

续表 1

农药品种	添加水平 / (mg/kg)	平均回收率 / %	相对标准偏差 / %
高效氯氟菊酯	0.005	88	3.2
	0.05	93	2.8
	0.5	90	2.2
苯醚甲环唑	0.01	82	2.4
	0.1	85	2.2
	1	87	3.5
	0.005	81	3.4
毒死蜱	0.05	92	3.1
	0.5	96	2.9

3.2 不同栽培模式对梨果农药残留的影响

按照相同施药剂量分别对套袋梨果以及对照(不套袋梨果)分别施药, 成熟期同时采样, 2 种栽培模式生产的梨果(全果)农药残留如表 2、图 1, 以不套袋处理作为空白处理(CK), 可以看出套袋对降低梨果中农药残留作用很大, 6 种农药均有明显降解, 毒死蜱不套袋和套袋的残留量分别为 0.12、0.069 mg/kg, 套袋后去除率为 43%, 差异不显著($P>0.05$), 这与李先明、秦仲麒等所做的套袋与不套袋对梨果中毒死蜱残留量降低差异不显著这一结论相吻合^[32];



注: 同一种农药相同字母表示无显著性差异 $P>0.05$, 字母不同表示有显著性差异 $P<0.05$ 。

图 1 不同栽培模式对梨果农药残留的影响情况(n=3)

Fig.1 Pesticide residue of pear in different growing mode (n=3)

戊唑醇不套袋和套袋的残留量分别为 0.259、0.010 mg/kg, 套袋后去除率为 96%; 多菌灵不套袋和套袋的残留量分别为 1.32、0.053 mg/kg, 套袋后去除率为 96%, 差异显著($P<0.05$), 这与蔺经、李晓刚等研究套袋方式对梨果中多菌灵残留的影响的结论一致^[33]; 吡虫啉不套袋和套袋的残留量分别为 0.17、0.012 mg/kg, 套袋后去除率为 93%, 差异显著($P<0.05$); 高效氯氟菊酯和苯醚甲环唑由于不套袋的

本底值比较低, 且套袋后均为未检出, 故不做此 2 种农药去除率的统计。

3.3 不同清洗方式对毒死蜱等 6 种农药的去除效果

4 种清洗方式, 清水、盐水、苏打水、洗洁精分别对毒死蜱残留去除率分别为 73%、83%、88%、71%; 对高效氯氟菊酯去除率分别为: 77%、70%、81%、63%; 对苯醚甲环唑去除率分别为: 51%、58%、72%、44%; 对戊唑醇去除率分别为: 56%、58%、71%、53%; 对多菌灵去除率分别为: 51%、54%、72%、48%; 对吡虫啉去除率分别为: 59%、56%、73%、61%。去除效果详见图 2。

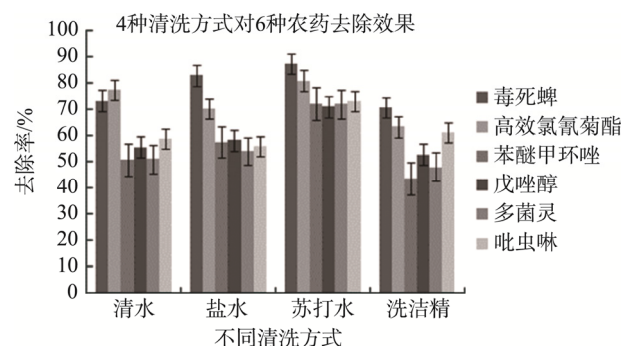


图 2 4 种清洗方式对 6 种农药去除效果(n=3)

Fig.2 Removal efficiency of 4 kinds pesticides with 4 kinds of rinsing methods (n=3)

4 结论与讨论

本研究针对梨果定点开展试验验证, 研究得出套袋与不套袋 2 种生产模式下, 农药残留水平存在明显差异, 套袋模式下 6 种农药残留量减少 40%~90%左右, 这说明套袋模式能有效隔离农药的渗透, 从而有效降低梨果中的农药残留; 4 种清洗方式中苏打水的去除效果最为明显, 对于这几种代表性农药残留去除率在 71%~88%之间, 无论内吸性还是非内吸农药, 均能有效去除, 这主要是因为苏打水呈弱碱性, 大部分农药品种在碱性条件下发生水解, 随着 pH 值增加, 水解速率也会增加, 农药的降解速率也会相应增加^[34]。清水、盐水对于这几种农药也有较好的去除效果, 农残去除率在 51%~83%之间。洗洁精对这几种农药也有较好的去除效果, 农残去除率在 44%~71%之间, 除了吡虫啉, 其他农药清洗效果差于其他 3 种清洗方式, 这可能与洗涤剂中含有化学成分有关, 与农药的作用机制需进一步研究。另外, 洗涤剂在使用时可能对环境造成二次污染, 因此存在一定安全风险。

综上, 梨果套袋是目前生产中能有效降低农药残留的操作方式, 能够降低大部分农药品种残留。4 种清洗方式均能降低梨果中农药残留水平, 苏打水清洗方式的效果最好, 洗涤剂的效果一般, 建议慎用。

参考文献

- [1] 张传来, 刘遵春, 苏成军, 等. 不同红梨品种果实中营养元素含量的光谱测定[J]. 光谱学与光谱分析, 2007, 27(3): 595-597.
Zhang CL, Liu ZC, Su CJ, *et al.* Spectrometric determination of the content of nutritional elements in fruits of different red pear varieties [J]. Spectrosc Spect Anal, 2007, 27(3): 595-597.
- [2] 朱大洲, 屠振华, 史波林, 等. 武威市凉州区皇冠梨营养品质分析研究[J]. 食品安全质量检测学报, 2016, 7(8): 3046-3054.
Zhu DZ, Tu ZH, Shi BL, *et al.* Nutritional quality of crown pear in Liangzhou district of Wuwei city [J]. J Food Saf Qual, 2016, 7(8): 3046-3054.
- [3] 张芳. 不同品种梨品质的测定研究[J]. 山西农业科学, 2011, 39(4): 324-326.
Zhang F. Study on quality test for pear varieties [J]. J Shanxi Agric Sci, 2011, 39(4): 324-326.
- [4] 中华人民共和国国家统计局. 年度数据[EB/OL]. [2019-02-09]. <http://data.stats.gov.cn/easyquery.htm?cn=C01>
National Bureau of Statistics of the People's Republic of China. National data [EB/OL]. [2019-02-09]. <http://data.stats.gov.cn/easyquery.htm?cn=C01>
- [5] 马昊楠. 农药残留与人体健康[J]. 首都医药, 2014, 21: 24-25.
Ma HN. Pesticide and human health [J]. Capital Med, 2014, 21: 24-25.
- [6] 周维娜. 有机磷农药对人类和环境的危害[J]. 中国农业信息, 2013, 15: 164.
Zhou WN. The harmful of organophosphorus pesticide to humans and environment [J]. Chin Agric Inf, 2013, 15: 164.
- [7] 刘金哲, 刘杏访, 郑丽锦. 梨树常见病虫的发生与防治[J]. 河北林业科技, 2013, (1): 70-72.
Liu JZ, Liu XF, Zheng LJ. Occurrence and prevention of common diseases and insect pests on pear trees [J]. J Hebei Forest Sci Technol, 2013, (1): 70-72.
- [8] 王顺建, 刘光荣, 王健, 等. 梨树病虫无公害防治技术研究[J]. 山西果树, 2005, 107(9): 3-5.
Wang SJ, Liu GR, Wang J, *et al.* Study on non-polluted control technique of disease and insect of pear tree [J]. Shanxi Fruit, 2005, 107(9): 3-5.
- [9] 孙祥祥, 张丰香, 曹梦迪, 等. 蔬菜农药残留情况及不同清洗和存储方式对农残的影响[J]. 现代农业科技, 2017, 22: 91-93.
Sun XX, Zhang FX, Cao MD, *et al.* Pesticide residues in vegetables and effects of different cleaning and storage ways on pesticide residues [J]. Mod Agric Sci Technol, 2017, 22: 91-93.
- [10] 金绍明, 宁霄, 高文超, 等. 不同清洗方法对草莓中农药残留清洗效果的研究[J]. 食品安全质量检测学报, 2017, (7): 2549-2554.
Jin SM, Ning X, Gao WC, *et al.* Cleaning effect of different cleaning methods on pesticide residues in strawberry [J]. J Food Saf Qual, 2017, (7): 2549-2554.
- [11] 李杨, 马智宏, 平华, 等. 不同清洗方法对韭菜中有机磷类农药去除效果的研究[J]. 食品安全质量检测学报, 2016, (2): 529-534.
Li Y, Ma ZH, Ping H, *et al.* Removal efficiency of organophosphorus pesticides in Chinese chives by different rinsing methods [J]. J Food Saf Qual, 2016, (2): 529-534.
- [12] 李永香, 任云珍, 张婧. 梨树果实套袋技术[J]. 山西果树, 2015, (1): 52-53.
Li YX, Ren YZ, Zhang J. The technology of bagging in pear [J]. Shanxi Fruit, 2015, (1): 52-53.
- [13] 杨丽维, 陈颖, 张峻. 农产品中残留农药的降解去除方法研究进展[J]. 食品研究与开发, 2013, 34(24): 288-292.
Yang LW, Chen Y, Zhang J. Research progress on methods of degradation and removing of residual pesticide in agricultural products [J]. Food Res Dev, 2013, 34(24): 288-292.
- [14] 黄艳娟, 游明珍, 许政良. 果蔬农药残留降解方法[J]. 现代园艺, 2015, 11: 35-36.
Huang YJ, You MZ, Xu ZL. The degradation method of pesticide residue in fruit and vegetable [J]. Mod Hort, 2015, 11: 35-36.
- [15] 李桂香, 李淑艳. 氯化钠对果蔬中有机磷农药残留降解的探讨[J]. 农业与技术, 2015, 135(15): 105-107.
Li GX, Li SY. Degradation of organophosphorus pesticide residues in fruits and vegetables by sodium chloride [J]. Agric Technol, 2015, 135(15): 105-107.
- [16] 韩礼, 侯亚西, 汪俊涵, 等. 不同清洗方式对生菜表面农药残留的降解效果[J]. 食品与发酵工业, 2011, 37(12): 76-80.
Han L, Hou YX, Wang JH, *et al.* The residues of four organophosphorus pesticides on lettuce with different washing methods [J]. Food Ferment Ind, 2011, 37(12): 76-80.
- [17] Smith YS, Madsen EL, Alexander M. Microbial degradation by mineralization or cometabolism determined by chemical centration and environmental [J]. Agric Food Chem, 1995, (33): 495-499.
- [18] Krol WJ, Arsenault TL, Pylypiw HM, *et al.* Reduction of pesticide residues on produce by rinsing [J]. Agric Food Chem, 2000, 48(10): 4666-4670.
- [19] 靳欣欣, 潘立刚, 李安, 等. 河北省梨主产区梨果农药残留风险研究[J]. 食品质量安全检测学报, 2015, 6(5): 1683-1690.
Jin XX, Pan LG, Li A, *et al.* Risk estimation of pesticide residues in pear in Hebei province [J]. J Food Saf Qual, 2015, 6(5): 1683-1690.
- [20] NY/T 788-2004 农药残留试验准则[S]
NY/T 788-2004 Guideline on pesticide residue trials [S].
- [21] 宋佳, 宋立华, 陈悦, 等. 清洗方法对果蔬农药残留去除效果的影响[J]. 食品研究与开发, 2017, 38(20): 160-164.
Song J, Song LH, Chen Y, *et al.* The influence of cleaning methods oil pesticide residue removal effect of fruits and vegetables [J]. Food Res Dev, 2017, 38(20): 160-164.
- [22] 张凤琴, 陈俊仿, 吴振国. 降低不同果蔬农药残留的方法研究[J]. 巢湖学院学报, 2017, 19(6): 43-45.
Zhang FQ, Chen JF, Wu ZG. Study on methods of reducing pesticide residues in different fruit and vegetables [J]. J Chaohu Coll, 2017, 19(6): 43-45.
- [23] 刘然, 刘雪莹, 张建林, 等. 不同清洗方式对叶用莴苣中毒死蜱残留水平的影响[J]. 北京农学院学报, 2017, 32(2): 39-42.
Liu R, Liu XY, Zhang JL, *et al.* Effect of different cleaning methods on lettuce chlorpyrifos residue levels [J]. J Beijing Univ Agric, 2017, 32(2): 39-42.
- [24] 林旭, 岳永德, 汤锋, 等. 不同清洗方式对香菇中毒死蜱残留去除效果的研究[J]. 安徽农业大学学报, 2012, 39(1): 97-101.
Lin X, Yue YD, Tang F, *et al.* Removal of chlorpyrifos residue in Lentinus edodes by different washing ways [J]. J Anhui Agric Univ, 2012, 39(1): 97-101.
- [25] 赵鹏, 闵光, 张燕, 等. 不同洗涤方法对果蔬中农药残留去除率的研究[J]. 食品科学, 2006, 27(12): 467-468.
Zhao P, Min G, Zhang Y, *et al.* Comparative research on removing

- pesticide residues from vegetable and fruit with different detergents [J]. *Food Sci*, 2006, 27(12): 467–468.
- [26] 刘振龙, 王开运, 夏晓明, 等. 小白菜中毒死蜱残留去除方法的研究 [J]. *农业环境科学学报*, 2007, 26(2): 729–733.
Liu ZL, Wang KY, Xiao XM, *et al.* Removing methods of chlorpyrifos residue in greengrocery [J]. *J Agro-Environ Sci*, 2007, 26(2): 729–733.
- [27] 余梅, 谭丽泉, 尹君玲. 菜心中残留毒死蜱的去除方法研究 [J]. *化学工程师*, 2014, 231(12): 60–64.
Yu M, Tan LQ, Yin JL. Study on the removal methods of chlorpyrifos in flowering cabbage [J]. *Chem Eng*, 2014, 231(12): 60–64.
- [28] 王平, 孟志远, 陈小军, 等. 不同清洗和加工方式对苹果中残留吡虫啉的去除效果 [J]. *食品科学*, 2016, 37(2): 58–62.
Wang P, Meng ZY, Chen XJ, *et al.* Evaluation of household cleaning and processing methods for reducing imidacloprid residues on apples [J]. *Food Sci*, 2016, 37(2): 58–62.
- [29] 刘伟森, 朱珍, 张兴茂, 等. 清洗方法对蔬菜中有机磷农药残留去除效果的研究 [J]. *现代食品科技*, 2010, 26(12): 1395–1398.
Liu WS, Zhu Z, Zhang XM, *et al.* Study on removing organophosphorus pesticide residues from vegetable with four rinsing method [J]. *Mod Food Sci Technol*, 2010, 26(12): 1395–1398.
- [30] GB/T 20769-2008 水果和蔬菜中 450 种农药及相关化学品残留量的测定 液相色谱-串联质谱法 [S].
GB/T 20769-2008 Determination of 450 pesticides and related chemicals residues in fruits and vegetables—Liquid chromatography-tandem mass spectrometry [S].
- [31] NY/T 761-2008 蔬菜和水果中有机磷、有机氯、拟除虫菊酯和氨基甲酸酯类农药多残留的测定 [S].
NY/T 761-2008 Pesticide multiresidue screen methods for determination of organophosphorus pesticides, organochlorine pesticides, pyrethroid pesticides and carbamate pesticides in vegetables and fruits [S].
- [32] 李先明, 秦仲麒, 刘先琴, 等. 套袋对梨果实农药残留量和重金属含量的影响 [J]. *天津农业科学*, 2010, 16(5): 97–99.
Li Xm, Qin ZQ, Liu XQ, *et al.* Effect of bagging on fruit pesticide residue and heavy metal residue of pear [J]. *J Tianjin Agric Sci*, 2010, 16(5): 97–99.
- [33] 简经, 李晓刚, 杨青松, 等. 两种套袋方式对翠冠梨果实品质、农药残留及贮藏的影响 [J]. *江苏农业学报*, 2009, 25(1): 174–176.
Lin J, Li XG, Yang QS, *et al.* Effects of bagging mode on fruits quality, pesticides residues and storage of Cuiquan pear [J]. *Jiangsu J Agric Sci*, 2009, 25(1): 174–176.
- [34] Krol WJ, Arsenault TL, Pylypiw HM, *et al.* Reduction of pesticide residues on produce by rinsing [J]. *Agric Food Chem*, 2000, 48(10): 4666–4670.

(责任编辑: 韩晓红)

作者简介



陈勇达, 助理研究员, 主要研究方向为农药残留试验及农产品质量安全。
E-mail: yongdachen@126.com



张少军, 博士, 研究员, 主要研究方向为农药残留试验及农产品质量安全。
E-mail: zhangshj601@163.com