

赵小云, 谢德芳. 套袋对水果中农药残留的影响研究进展[J]. 农业资源与环境学报, 2018, 35(2): 104-110.

ZHAO Xiao-yun, XIE De-fang. Review on the Influences of Bagging Treatment on Pesticide Residue in Fruits[J]. *Journal of Agricultural Resources and Environment*, 2018, 35(2): 104-110.

套袋对水果中农药残留的影响研究进展

赵小云^{1,2}, 谢德芳^{1,2*}

(1.中国热带农业科学院分析测试中心, 海南 海口 570100; 2.华中农业大学食品科技学院, 湖北 武汉 430070)

摘要:套袋技术已在水果生产栽培中广泛运用,各种套袋处理对农药残留产生的影响有不同的研究结果。本文在总结已有成果的基础上,系统地分析套袋处理的施药方式、施药浓度、施药次数,套袋材料、套袋层数,农药的类型(内吸、非内吸),果实不同部位(果皮果肉)、作物品种等因素对农药残留的影响,综合分析结果表明:施药方式对农药残留的影响较大,采用套袋后施药可以较大幅度地降低农药残留,套袋前施药,农药残留量可能会有所增加;施药浓度、农药的类型、果实部位和品种4个因素之间对农药残留的影响相互联系,条件不同,残留量存在差异;多次施药,套袋也能显著降低农药残留量,并将农药残留量控制在安全范围内;不同的套袋材料均可降低农药残留量;套袋层数越多,农药残留量越少。

关键词:套袋;农药残留;影响因素

中图分类号:X592

文献标志码:A

文章编号:2095-6819(2018)02-0104-07

doi: 10.13254/j.jare.2017.0249

Review on the Influences of Bagging Treatment on Pesticide Residue in Fruits

ZHAO Xiao-yun^{1,2}, XIE De-fang^{1,2*}

(1. Analysis and Testing Center of Chinese Academy of Tropical Agricultural Sciences, Haikou 570100, China; 2. College of Food Science and Technology, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China)

Abstract: At present, bagging technology has been widely applied in fruit cultivation. Impact of bagging treatment on the pesticide residues have different results. On the basis of existing achievements, this paper systematically analyzed the influence of different bagging treatments on pesticide residues: such as different ways of applying pesticide, pesticide concentration, number of applying pesticide; bagging materials, bagged layer; the type of pesticide (systemic pesticide, nonendoscopic pesticide); different portions of the fruit, crop varieties and so on. The way of applying pesticide had great impact on pesticide residue, pesticide application after bagging could largely reduce the pesticide residue, and pesticide application before bagging could increase pesticide residues; The four factors including pesticide application dosage, the type of pesticides and fruit portion and fruit varieties on the effects of pesticide residues, had interaction each other. The pesticide applying several times, bagging could significantly reduce pesticide residues and control within the security level. Different bagging materials could reduce pesticide residues, but the impact on pesticide residues had no significant difference. More bagging layers caused less pesticide residues.

Keywords: bagging; pesticide residues; affecting factors

我国是一个农业大国,同时,也是农药使用大国。1991年,我国农药使用总量为76.53万t,2013年迅速增长到180.19万t,增长了135.5%,年均增长率高达7.4%;1991年,中国农药施用强度为5.12 kg·hm⁻²,

2013年则增长到10.95 kg·hm⁻²,年均增长率为6.5%^[1]。农药生产、出口和使用总量均具世界前列。截至2016年1月,我国禁止生产、销售和使用的剧毒农药达33种,在蔬菜、果树、茶叶、中草药材等作物上限制使用的农药品种达23种,但是由于利益的驱使和监管不到位,剧毒、高残留的违禁农药仍在生产使用。

农药的使用在保证我国粮食增产稳产方面发挥了不可替代的作用,但随着农药的大量及不规范使用,农药残留问题日益严重,成为影响食品安全方面

收稿日期:2017-10-14 录用日期:2017-12-01

基金项目:公益性(农业)行业科研专项(201203092-4-2)

作者简介:赵小云(1993—),女,河南焦作人,硕士研究生,主要从事食品质量与安全研究。E-mail:76305052@qq.com

*通信作者:谢德芳 E-mail:xdfang1@163.com

的一个重要因素,同时也造成一定的环境污染问题。

近年来,由于人们对食品安全、环境和生态平衡的日益重视,相继提出了“软农药”和“抑菌剂”概念。所谓的软农药是指那些来源于生物和大自然的农药,是与人工合成的、“硬”的化学农药相对而言的;抑菌剂是对病原菌具有抑制发育、繁殖作用的药物。同时,生物农药^[2]也引起了人们的广泛兴趣。但从目前的科技水平来看,化学农药在很长的一段时间内还是不可替代的,因此解决环境中存在的农药残留问题已经成为世界各国的研究热点^[3]。我国提出力争到2020年我国农药使用总量实现零增长,这已成为国家战略^[4]。

聂继等^[5]的实验通过对采自主产区的200个苹果样品进行农药残留检测,检测的102种农药中26种农药检出残留,检测的200个样品中189个样品检出农药残留,仅有1个样品农药残留超标(超标农药为氧乐果)。说明中国苹果农药残留状况明显好转,农药残留风险明显降低,基本消除了农药残留超标现象。而中国苹果农药残留状况的改善与果实套袋存在一定关系。套袋技术通过减少农药表面的直接接触,降低了农药残留量。套袋技术对农药残留的影响不断被学者重视,目前国内比国外的研究多,且多是单因素的影响方面,缺少机理的探讨。

套袋技术是果蔬品种种植过程中常用的技术,其在减少农药的使用和降低农药残留方面发挥了重要的作用^[6];同时也是开发绿色果蔬产品,保障食品安全和保护环境中的主要措施之一,具有广阔的应用前景^[7]。目前,各种套袋处理对农药残留影响报道较多,但缺少综合性的报道,就研究结果来看,套袋对农药残留的影响与很多因素有关,本文对其进行了综合性的探讨和总结,以为后人的研究提供理论依据,为提高农产品质量与安全方面提供生产指导。

1 套袋技术研究进展

果实套袋起源于20世纪初的日本,先被应用于梨、葡萄栽培,继而扩大到苹果;20世纪70年代初在日本、韩国、美国等国家逐步应用于果园生产;目前世界各国还在实践中不断探索和研究这项技术。我国自20世纪50年代开始在梨、桃上进行套袋,80年代攻克低成本果实专用袋难关,90年代塑膜套袋取得显著效益,此后,套袋技术不断发展。目前,果实套袋已成为我国果树生产的一项重要栽培技术,应用几乎覆盖所有果树品种^[8]。对套袋技术的研究多存在于套袋微环境对果蔬品质的影响研究,包括糖类物质^[9]、色

素^[10]、矿物质^[11]等,而套袋对农药残留影响的系统研究却很少报道。

2 套袋对农药残留的影响

影响农药残留的因素有很多,具体来说有:施药方式、施药浓度、施药次数,套袋材料、套袋层数,农药的类型(内吸、非内吸),果实不同部位(果皮、果肉),作物品种等。

2.1 施药方式对农药残留的影响

2.1.1 套袋后施药

刘蕾庆等^[12]的试验中研究了多菌灵和敌敌畏在厚皮甜瓜套袋中的残留降解,实验结果表明,两个品种中,套袋处理的多菌灵残留量最高峰值比不套袋处理分别降低了37.2%和59.7%;蔺经等^[13]研究了套袋对翠冠梨果实农药残留的影响,套袋果实中多菌灵和氯氰菊酯的残留量比对照分别降低了54.5%和50.0%;陈振德等^[14]研究了苹果果实中套袋对毒死蜱残留的影响,实验结果表明,套袋明显减少了毒死蜱在苹果果实中的残留量,不论取样时间和施药浓度,至少减少1/3;魏云潇等^[15]研究了套袋对枇杷农药残留的影响,实验结果表明,套袋能有效降低农药残留。陈振德等^[16]研究了套袋对番茄和黄瓜果实中农药残留的影响,实验结果表明,套袋比不套袋番茄和黄瓜中的农药残留量分别减少84.5%~100%和12.5%~100%;李先明等^[17]、常有宏等^[18]研究了套袋对梨果实农药残留的影响,实验结果表明,套袋处理果实的农药残留量与不套袋相比有降低的趋势;农药主要是通过施药后在植物表面的直接接触造成残留。套袋后施药,由于阻隔了农药与果实的直接接触,避免了农药的大量渗入,在果实中的残留量减少。

2.1.2 套袋前施药

王建武等^[19]的试验中,研究了套袋对荔枝果实农药残留的影响,研究结果表明,荔枝果肉和果皮中甲氰菊酯和敌百虫的含量均高于不套袋处理。李胤均等^[20]研究了芒果套袋前后喷施吡虫啉、噻嗪酮农药的消解动态,结果表明,套袋前施药和不套袋施药相比,吡虫啉的降解速率减小,残留量增加。套袋前施药,可能由于受到光照、雨水冲刷、空气流动减少等原因,影响了农药残留的流失、挥发和光降解过程,与不套袋处理相比,果实中的某些农药残留量增高。

2.1.3 套袋前后都施药

李翠红等^[21]的试验中采用套袋前和套袋后都施药的方式,对红富士苹果农药残留进行研究,最后结

果表明,套袋和不套袋果实中毒死蜱、氯氟氰菊酯、吡虫啉的残留量均无明显差别,高毒农药多菌灵未检出,低毒农药戊唑醇残留安全范围内。韩明三等^[22]研究了套袋对红富士苹果安全的影响,采用套袋前和套袋后都施药的方式,结果表明,套袋和不套袋苹果中杀虫剂、杀菌剂的残留量均无明显差别,未检出或检出的在安全范围内。采用套袋前后都施药方式,仍可降低农药残留量,将农药残留量维持在安全范围内。残留量与套袋对农药的阻隔作用有关,也与环境因素对农药的降解影响有关,也与农药的品种、果实品种差异有关,具体的影响机理有待研究。从不同的施药方式对农药残留的影响的研究结果来看,施药方式对农药残留的影响较大,采用套袋后施药,对农药起到了直接阻隔的作用,可以较大程度地降低农药残留。

2.2 不同施药浓度和施药次数下套袋对农药残留的影响

2.2.1 不同施药浓度下套袋对农药残留的影响

刘蕾庆等^[23]研究了不同施药浓度对厚皮甜瓜套袋果实中残留量的影响,对于内吸性农药多菌灵,其残留量随施药浓度的增大而呈现出先升高后降低的变化趋势,且与不同品种无关;而对于接触型农药敌敌畏,金玉果实中,其残留量呈现随施药浓度的增大而升高的变化趋势,而 M135 果实中残留量变化随施药浓度的增大无明显的变化趋势,说明敌敌畏残留量与品种有关。除此之外,套袋对不同浓度农药作用效果不一致,对低浓度多菌灵的作用效果不显著,对高浓度药剂能够起到更好的阻隔效果。施药浓度对农药残留量的影响与农药的类型和果实品种有关,而套袋对不同浓度的农药作用效果是对高浓度药剂的作用效果显著优于低浓度药剂,施药浓度对农药残留的影响与多种因素有关,由于农药的内吸性和不同果实品种果皮表面结构的不同,会对农药产生不同的吸收效果,进而影响农药残留量。

2.2.2 不同施药次数下套袋对农药残留的影响

李章等^[24]研究了多次施药对芒果中甲基硫菌灵、多菌灵与吡虫啉农药残留的影响,研究结果表明,不套袋处理组中,多次喷药芒果果肉中 3 种残留量都随着喷药次数的增加而显著上升,并超过安全范围,套袋处理组中,甲基硫菌灵与多菌灵总残留量为 $0.146 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,吡虫啉为 $0.137 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,均低于我国农药最大残留限量标准。刘蕾庆等^[25]研究了重复施药对厚皮甜瓜果实多菌灵和敌敌畏农药残留的影响,实验结果

表明,不套袋处理,重复施药后,多菌灵和敌敌畏农药残留量显著增加,套袋处理后,多菌灵的残留量被控制在一个较低的水平,符合食品安全规定。多次施药,套袋也能显著降低农药残留量,将农药残留量控制在安全范围内,这与套袋前后都施药的研究结果较相似,且与施药方式、农药品种等因素无关,可能由于多次施药,使农药的积累量增多,残留量会相对升高,套袋仍可对其阻隔。

2.3 套袋材料和套袋层数对农药残留的影响

2.3.1 套袋材料对农药残留的影响

李祥等^[26]研究了聚乙烯膜袋和白色纸袋对石榴果实农药残留的影响,实验结果表明,聚乙烯膜套袋和单层白色纸套袋石榴果实农药残留量基本一致,都低于不套袋果实中的残留量。王志伟^[27]研究了套袋材料对果实农药残留的影响,使用塑膜袋和白纸袋对番茄进行处理,实验结果表明,套袋材料对果实农药残留的影响几乎没有差异,分析认为是均过了安全间隔期的原因。刘蕾庆等^[25]在套袋对厚皮甜瓜果实的农药残留的影响试验中,使用膜袋和纸袋处理,实验结果表明,白纸袋和膜纸袋套袋处理的果实,不同材质之间的作用效果差异不明显,多菌灵的残留量无显著差异。李章等^[24]通过套白色纸袋和双层黄色纸袋探讨不同套袋处理对农药残留的影响,实验结果表明,白袋处理和黄袋处理的差异不显著,不套袋农药残留显著高于白袋和黄袋处理。陈振德^[16]等研究了套袋对番茄和黄瓜果实农药残留的影响,采用套薄硫酸纸袋、厚硫酸纸袋、塑料袋和报纸袋 4 种套袋处理,实验结果表明,同一种农药,采用不同的套袋材料,其农药残留相差也较大,如百菌清,在套塑料袋时,黄瓜果实中的残留量比不套袋减少 38.1%~86.1%,套厚硫酸纸袋,残留量比不套袋减少 78.6%~96.4%。塑膜袋与纸袋对农药残留的影响并无显著差异,但纸袋厚度会较大地降低农药残留,这可能由于塑膜袋和纸袋对农药的阻隔作用差异不大,阻隔作用还与厚度有关,越厚阻隔作用越大,农药残留量越少。不同材料对农药的阻隔作用差异较大,其农药残留量就差异较大。但不同的套袋材料由于阻隔作用均可降低农药残留量。

2.3.2 套袋层数对农药残留的影响

陈合等^[28]研究了套袋对苹果果实的农药残留影响,使用单层和双层袋处理,研究结果表明,不套袋苹果果皮中三氟氯氰菊酯的残留量是单层纸袋苹果果皮中残留量的 3 倍,套双层纸袋果皮及果肉中三氟氯氰菊酯未检出。套袋层数越多,农药残留量越少,这可

能是因为套袋层数的增加,对农药的阻隔作用增大,农药渗入量减少,残留量也就越少。

对比分析套袋后施药方式、套袋材料、套袋层数对农药残留的影响,三者都是由于对农药的物理阻隔作用进而降低了农药残留量,而阻隔作用的强弱与套袋材料和套袋层数有关,因此套袋材料和套袋层数的不同,残留量不同。

2.4 农药的类型对农药残留的影响

2.4.1 套袋对内吸性农药残留的影响

李胤均等^[20]研究了芒果套袋前后喷施吡虫啉和噻嗪酮农药的消解动态,实验结果表明:在不同的施药方式下,吡虫啉在芒果中的检出量都先上升,达到最高值后逐渐下降,表明吡虫啉在芒果中具有内吸性,果实中的农药除了喷施直接渗透外,还会通过内吸作用从植株上传导至芒果内部,从而影响残留量。套袋无法阻隔内吸性农药的污染,内吸性农药无法透过套袋进入果实,但喷施在叶片、茎秆上的内吸性农药由于在植株上具有传导作用可以进入果实内,对套袋果实造成污染,使套袋处理与不套袋处理农药残留相差不大。

2.4.2 套袋对非内吸性农药残留的影响

王志伟^[27]研究了套袋处理对番茄果实中乐果、百菌清、抗蚜威、乐斯本农药残留的影响,研究结果表明,套袋处理对乐果和其他3种农药的影响结果不同,原因在于,乐果是内吸性农药,套袋处理乐果残留相比不套袋处理,降幅不大,而其他3种农药都是非内吸性农药,其残留量明显偏低。刘蕾庆等^[12]试验中,研究了敌敌畏和多菌灵在套袋甜瓜中的残留,实验结果表明,套袋对直接接触果实部分的农药产生作用,对于可通过叶片等吸收的一类内吸性农药作用效果弱于触杀类农药。非内吸性农药由于不具有传导性,只能停留在果实植株表面,当进行套袋处理后,就可以减少农药对果实表面的接触,降低农药残留。对比分析套袋处理对内吸性农药和非内吸性农药残留影响,套袋可以减少非内吸性农药残留,但套袋对内吸性农药残留并无显著影响,这也是由于对农药阻隔作用的差异造成,套袋可以阻隔非内吸性农药,但无法阻隔内吸性农药的传导,内吸性农药残留量主要与影响其代谢降解的环境因素有关。

2.4.3 套袋微环境对内吸性农药残留的影响

农药的内吸性是指农药经过施用后通过叶片、茎秆或根系内吸入植物体内并在体内传导的现象,从此达到消灭害虫的目的^[31]。金来加^[30]的实验研究中:在施

药之前给桃果套上防水双层果袋,样品中检测到的农药是通过桃树的内吸传导所致,其中乙酰甲胺磷、多菌灵为内吸性农药,内吸性较强;高效氯氰菊酯为非内吸性农药,内吸性较弱,其中套袋组乙酰甲胺磷、多菌灵和高效氯氰菊酯积累量的最大值依次为612.45、316.66、216.88 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。内吸传导速度的快慢和量的多少与农药的内吸性的强弱有关。内吸性强的残留积累量多,内吸性弱的残留积累量少。药剂在植物体内的传导速度和输导量受其蒸腾速度和气候因子等影响,植物代谢降解农药的反应中酶是关键性因子^[33]。果实套袋改变了果实发育过程中的光照、温度、湿度、气体等微环境条件,从而影响植物蒸腾作用,对果实中农药代谢降解等生理过程产生复杂的影响^[34-35]。其中,光照对蒸腾作用影响最大,因此对农药的吸收影响最大,温度高不利于农药的吸收,风速越大,传导速度和输导量增大。袋内形成的高温环境和弱光环境降低了果实的蒸腾作用,还影响果实内各种酶活性^[36-37],因此生长在纸袋特殊的微域环境中的果实能降低农药在果实中的残留量^[38]。

2.5 套袋对不同果实部位和不同品种中农药残留的影响

2.5.1 套袋对不同果实部位中农药残留的影响

陈振德等^[37]试验表明,套袋可以减少苹果不同部位中毒死蜱的残留量,但不同部位中农药残留量不同,果皮中含量最高,其次是全果,最后是果肉。果皮表面中的农药残留主要来源于农药的喷施,而果实套袋后避免了农药与果实表面的直接接触,果实内部的农药则来源于果实表面的渗透和茎叶中内吸性农药的传导,套袋对其影响较小。不同果实部位中的农药残留与农药的类型有关,套袋处理主要减少果皮中的农药残留,对果肉中的农药残留影响较小。对于内吸性农药,可以通过果实表面渗透到果实内部,还可以通过植株的根、茎和叶被吸收,到达果实内部,农药残留主要存在外表皮中,其次是内果皮,最后是中果皮;对于非内吸性农药,由于只能透过果实表面渗透到果实内,其残留量外果皮最高,内果皮含量最低^[21]。

2.5.2 套袋对不同品种果实中的农药残留影响

刘蕾庆等^[38]研究了不同品种的厚皮甜瓜对农药残留的影响,实验结果表明,对于多菌灵内吸性农药来说,金玉品种中,套袋处理所含多菌灵的残留量最高峰值比不套袋处理降低37.2%,在M135品种中,套袋处理所含多菌灵残留量的最高峰值比不套袋处理降低59.7%,由于不同品种的甜瓜对多菌灵的吸收

程度存在明显的差异,导致残留量的不同;对于敌敌畏非内吸性农药,只能通过植株表面进行渗透,因此品种间不同的表皮结构决定了农药残留的高低,M135果实表面有一定的蜡粉,而金玉果实表面蜡粉不明显,蜡粉对农药的阻隔作用可能导致不同品种间农药残留量不同。陈振德等^[14]研究了苹果果实中毒死蜱残留的品种差异及套袋对毒死蜱残留的影响,研究表明,不同苹果品种间的农药残留主要是果皮中的差异,而果肉中的残留量基本没有品种间的差别。无论是内吸性农药还是非内吸性农药,不同品种的果实中农药残留都有一定的差异。对于内吸性农药,不同品种对农药的吸收程度决定了农药残留量,对于非内吸性农药,不同品种植株的表面结构决定了农药的残留量。

对比分析套袋对不同果实部位和不同品种间农药残留的影响,这也可归于作物对农药的阻隔作用的差异引起的,不同果实部位和不同的果实品种,由于其表面结构存在差异,对农药的阻隔作用和吸收状况不同,从而引起残留量的差异,而农药的类型也影响着阻隔作用和吸收状况,二者共同影响着农药残留量。因此,分析套袋对其农药残留的影响,应同时考虑作物部位、品种和农药类型。

3 结论与展望

(1)施药方式对农药残留的影响较大,采用套袋后施药可以较大程度地降低农药残留,套袋前施药,农药残留量可能会有所增加,套袋前后都施药可将农药残留维持在安全范围内;

(2)施药浓度、农药的类型、果实部位和果实品种4个因素之间对农药残留的影响相互联系,条件不同,残留量存在差异;

(3)多次施药,套袋也能显著降低农药残留量,并将农药残留量控制在安全范围内;

(4)不同的套袋材料均可降低农药残留量;

(5)套袋层数越多,农药残留量越少。

由于不同的作物品种,使用不同材质、规格的袋子,采用不同的套袋方式,不同的套袋时间等,致使套袋后果实生长的微域环境条件差别大,同时不同的农药品种的性状、传导、消解等差异,最终残留表现各异。套袋对农药残留影响的机理方面的研究还有待深入。

从目前的研究报告来看,套袋技术对农药残留的影响研究多停留在单个因素对农药残留的影响,而多

个因素对农药残留的综合影响的研究不够充分,目前还没有实验数据能够证明套袋技术中哪个具体因素在农药残留方面发挥着主导作用,如在施药浓度、农药的类型、果实部位和果实品种4个因素对农药残留的影响研究中,其4个因素相互联系,但起决定性作用的因素无法证实,实验缺少深入的探究。所以套袋技术中多个因素对农药残留的共同影响方面的研究有待深入。

最后,应协调套袋技术与农业防治、生物防治和化学防治的应用,为降低农药残留、生产高质量农产品、提高我国食品安全和环境保护提供有效的实践生产指导。

参考文献:

- [1] 陈晓明. 中国农药使用现状及对策建议[J]. 农药科学与管理, 2016, 37(2):4-8.
CHEN Xiao-ming. Current situation of Chinese pesticide application and policy suggestions[J]. *Journal of Pesticide Science and Management*, 2016, 37(2):4-8. (in Chinese)
- [2] 邱德文. 生物农药的发展现状与趋势分析[J]. 中国生物防治学报, 2015, 31(5):679-684.
QIU De-wen. Analysis of the development situation and trends of biological pesticides in China[J]. *Chinese Journal of Biological Control*, 2015, 31(5):679-684. (in Chinese)
- [3] 占绣萍. 浅谈农药残留与环境污染治理研究进展[J]. 世界农药, 2013, 35(5):39-41.
ZHAN Xiu-ping. Research on pesticide residues and environmental pollutions control[J]. *World Pesticides*, 2013, 35(5):39-41. (in Chinese)
- [4] 钟书平, 高春庭. 实现农药零增长保障食品真安全[J]. 基层农技推广, 2017, 5(2):82-83.
ZHONG Shu-ping, GAO Chun-ting. Implement pesticide zero growth and ensure truly food safety[J]. *Journal of Basic-level Agro-technique Extension*, 2017, 5(2):82-83. (in Chinese)
- [5] 聂继, 李志霞, 刘传德, 等. 苹果农药残留风险评估[J]. 中国农业科学, 2014, 47(18):3655-3667.
NIE Ji, LI Zhi-xia, LIU Chuan-de, et al. Risk assessment of pesticide in apples [J]. *Scientia Agricultura Sinica*, 2014, 47(18):3655-3667. (in Chinese)
- [6] 王宝亮, 王海波, 王孝娣, 等. 我国葡萄套袋技术研究进展[J]. 北方园艺, 2014(6):188-190.
WANG Bao-liang, WANG Hai-bo, WANG Xiao-ti, et al. Research advances on bagging technique of grape in China[J]. *Northern Horticulture*, 2014(6):188-190. (in Chinese)
- [7] 陈志杰, 张淑莲, 张锋, 等. 猕猴桃套袋技术的生态效应[J]. 应用生态学报, 2003, 14(11):1829-1832.
CHEN Zhi-jie, ZHANG Shu-lian, ZHANG Feng, et al. Ecological effects of bagging on actinidia fruits[J]. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2003, 14(11):1829-1832. (in Chinese)

- [8] 倪正兰, 陈爱晶. 浅谈果树套袋技术[J]. 农民致富之友, 2014(20): 170.
NI Zheng-lan, CHEN Ai-jing. Introduction of fruit bagging technology [J]. *Friends of The Farmers To Get Rich*, 2014(20): 170. (in Chinese)
- [9] 柯凡君, 张虎平, 陶书田, 等. 套袋对梨果实发育过程中糖组分及其相关酶活性的影响[J]. 西北植物学报, 2011, 31(7): 1422-1427.
KE Fan-jun, ZHANG Hu-ping, TAO Shu-tian, et al. Sugar component contents and metabolism-related enzyme activities in developing pear fruits after bagging[J]. *Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica*, 2011, 31(7): 1422-1427. (in Chinese)
- [10] 高华军, 王少敏, 王江勇. 套袋对苹果果皮花青苷合成及着色的影响[J]. 果树学报 2006, 23(5): 750-755.
GAO Hua-jun, WANG Shao-min, WANG Jiang-yong. Effect of bagging on anthocyanin biosynthesis and pigmentation in apple skin [J]. *Journal of Fruit Science*, 2006, 23(5): 750-755. (in Chinese)
- [11] 李明媛, 关军峰, 杜国强. 套袋对‘红富士’苹果品质和 Ca、Mg、K 营养的影响[J]. 中国农学通报, 2008, 24(12): 350-355.
LI Ming-yuan, GUAN Jun-feng, DU Guo-qiang. The effect of bagging on quality and Ca, Mg, K nutrition of "Red Fuji" apple[J]. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2008, 24(12): 350-355. (in Chinese)
- [12] 刘蕾庆, 焦自高, 艾希珍, 等. 多菌灵和敌敌畏在厚皮甜瓜套袋果实中的残留降解[C]. 山东园艺学会蔬菜西甜瓜专业委员会论文集, 2011: 41-49.
LIU Lei-qing, JIAO Zi-gao, AI Xi-zhen, et al. Residue and degradation of carbendazim and dichlorvos in bagged muskmelon fruit [C]. Shandong Horticultural Society Proceedings of Vegetables XiTianGua Professional Committee, 2011: 41-49. (in Chinese)
- [13] 蔺 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 Jing, LI Xiao-gang, YANG Qing-song, et al. Effects of bagging mode on fruits quality, pesticides residues and storage of Cuiguanpear [J]. *Jiangsu Journal of Agricultural Science*, 2009, 25 (1): 174-176. (in Chinese)
- [14] 陈振德, 陈建美, 韩明三, 等. 苹果果实中毒死蜱残留的品种间差异及套袋对毒死蜱残留的影响[J]. 农业环境保护, 2011, 30(11): 2197-2201.
CHEN Zhen-de, CHEN Jian-mei, HAN Ming-san, et al. Difference of chlorpyrifos residue in fruits of various apple cultivars and bagging effect on the residue[J]. *Journal of Agro-Environmental Science*, 2011, 30 (11): 2197-2201. (in Chinese)
- [15] 魏云潇, 何良兴. 塘栖枇杷重金属和农药残留及套袋对品质的影响[J]. 浙江农业科学, 2012(4): 513-514.
WEI Yun-xiao, HE Liang-xing. Heavy metals and pesticide residues of Tangxi loquat and the impact on the quality of bagging[J]. *Zhejiang Nongye Kexue*, 2012(4): 513-514. (in Chinese)
- [16] 陈振德, 冯明祥, 袁玉伟, 等. 套袋对番茄和黄瓜果实农药残留的影响[J]. 安全与环境学报, 2008, 8(1): 17-20.
CHEN Zhen-de, FENG Ming-xiang, YUAN Yu-wei, et al. Study for reducing the effect of pesticide residue by putting a bag on the growing tomato and cucumber fruits[J]. *Journal of Safety and the Environment*, 2008, 8(1): 17-20. (in Chinese)
- [17] 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 Xian-ming, QIN Zhong-lin, LIU Xian-qin, et al. Effect of bagging on fruit pesticide residue and heavy metal residue of pear[J]. *Tianjin Agricultural Sciences*, 2010, 16(5): 97-99. (in Chinese)
- [18] 常有宏, 蔺 经, 李晓刚, 等. 套袋对梨果实品质和农药残留的影响[J]. 江苏农业学报, 2006, 22(2): 150-153.
CHANG You-hong, LIN Jing, LI Xiao-gang, et al. Effects of bagging on quality and pesticides residues of pear fruits[J]. *Jiangsu Journal of Agricultural Sciences*, 2006, 22(2): 150-153. (in Chinese)
- [19] 王建成, 陈厚彬, 周 强, 等. 套袋对荔枝果实质量和农药残留的影响[J]. 应用生态学报, 2003, 14(5): 710-712.
WANG Jian-wu, CHEN Hou-bin, ZHOU Qiang, et al. Effects of bagging on the fruit quality in litchi chinensis fruit and pesticide residues in it[J]. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2003, 14(5): 710-712. (in Chinese)
- [20] 李胤均, 钱 程, 谢德芳. 芒果套袋前后喷施吡虫啉·噻嗪酮农药的消解动态研究[J]. 江苏农业科学, 2016, 44(3): 276-278.
LI Yin-jun, QIAN Cheng, XIE De-fang. Study on digestion of imidacloprid and buprofezin pesticide before and after mango bagging [J]. *Jiangsu Agricultural Sciences*, 2016, 44(3): 276-278. (in Chinese)
- [21] 李翠红, 张永茂, 陈大鹏, 等. 套袋和不套袋对“红富士”苹果耐贮性和安全性的影响[J]. 北方园艺, 2014(22): 143-146.
LI Cui-hong, ZHANG Yong-mao, CHEN Da-peng, et al. Effect of storability and safety in "Red Fuji" apple fruits by bagging and non-bagging[J]. *Northern Horticulture*, 2014(22): 143-146. (in Chinese)
- [22] 韩明三, 刘学才, 王芝云, 等. 套袋和不套袋对红富士苹果品质和安全的影响[J]. 山东农业科学, 2010(4): 43-45.
HAN Ming-san, LIU Xue-cai, WANG Zhi-yun, et al. Effects of bagging and not-bagging on quality and security of Red Fuji apple [J]. *Shandong Agricultural Sciences*, 2010(4): 43-45. (in Chinese)
- [23] 刘蕾庆, 焦自高, 艾希珍, 等. 农药喷施浓度对厚皮甜瓜套袋果实中残留量的影响[J]. 中国瓜菜, 2012, 25(3): 12-16.
LIU Lei-qing, JIAO Zi-gao, AI Xi-zhen, et al. Influence of pesticide concentration on the residues of bag-covered melon[J]. *China Cucurbits and Vegetables*, 2012, 25(3): 12-16. (in Chinese)
- [24] 李 章, 臧小平, 葛 宇, 等. 套袋对芒果中甲基硫菌灵与吡虫啉农药残留的影响[J]. 热带作物学报, 2017, 38(2): 353-358.
LI Zhang, ZANG Xiao-ping, GE Yu, et al. Effects of fruit bagging on residual of thiophanate-methyl and imidacloprid in mango fruit [J]. *Journal of Tropical Crops*, 2017, 38(2): 353-358. (in Chinese)
- [25] 刘蕾庆, 焦自高, 艾希珍, 等. 套袋对厚皮甜瓜果实农药残留的影响[J]. 山东农业科学, 2011(7): 49-51.
LIU Lei-qing, JIAO Zi-gao, AI Xi-zhen, et al. Effect of bagging on pesticide residues of muskmelon fruit [J]. *Shandong Agricultural Sciences*, 2011(7): 49-51. (in Chinese)
- [26] 李 祥, 马建中, 史云东, 等. 不同套袋方式对石榴果实品质及安全性的影响[J]. 北京工商大学学报(自然科学版), 2011, 29(5): 21-24.
LI Xiang, MA Jian-zhong, SHI Yun-dong, et al. Effect of type of bagging on quality and safety of pomegranate [J]. *Journal of Beijing Industry*

- and Commerce University(Natural Science Edition), 2011, 29(5):21-24. (in Chinese)
- [27] 王志伟. 套袋材料对温室番茄病虫害发生及果实农药残留的影响[J]. 西北园艺, 2004(11):49-51.
WANG Zhi-wei. Effect of bagging materials on tomato pests and diseases and pesticide residues in fruit in greenhouse[J]. *Northwest Horticulture*, 2004(11):49-51. (in Chinese)
- [28] 陈 合, 李 祥, 李利军. 套袋对苹果果实重金属及农药残留的影响[J]. 农业工程学报, 2006, 22(1):189-191.
CHEN He, LI Xiang, LI Li-jun. Influence of apple bagging on heavy metal and pesticide residue in apple fruit[J]. *Journal of the Society of Agricultural Engineering*, 2006, 22(1):189-191. (in Chinese)
- [29] 姚庆安, 杨 健. 农药在植物体内的传导方式和农药传导生物学[J]. 中国植保导刊, 2012, 32(10):14-18.
YAO Qing-an, YANG Jian. Conduction mode of pesticides in plant and pesticide-conduction biology[J]. *Chinese Plant Protection*, 2012, 32(10):14-18. (in Chinese)
- [30] 金来加. 三种农药在桃树中的转运代谢[D]. 合肥:安徽农业大学, 2014.
JIN Lai-jia. Transport and metabolism of three pesticides in the peach trees[D]. Hefei: Anhui Agricultural University, 2014. (in Chinese)
- [31] 戴建昌. 杀虫剂在木本植物体内的传导机理及应用研究[D]. 福州:福建农林大学, 2001.
DAI Jian-chang. Conduction mechanism and application of insecticides in woody plants[D]. Fuzhou: Fujian Agriculture and Forestry University, 2001. (in Chinese)
- [32] 孙协平, 宋 凯, 王翠玲, 等. 苹果不同栽植密度和套袋对冠层光照环境参数的影响[J]. 果树学报, 2010, 27(5):673-677.
SUN Xie-ping, SONG Kai, WANG Cui-ling, et al. Influence of planting density and bagging treatment on canopy structure characteristics and light environment in apple orchards[J]. *Journal of Fruit Science*, 2010, 27(5):673-677. (in Chinese)
- [33] 郝燕燕, 任宏伟, 郭平毅. 苹果果实套袋对光合同化物积累与转化的影响[J]. 园艺学报, 2011, 38(2):233-239.
HAO Yan-yan, REN Hong-wei, GUO Ping-yi. Effects of bagging on the accumulation and transformation of photosynthates in apple fruits[J]. *Acta Horticulturae Sinica*, 2011, 38(2):233-239. (in Chinese)
- [34] 魏建梅. 红富士苹果适宜纸袋筛选和套袋对果实糖积累及其相关酶活性影响的研究[D]. 杨凌:西北农林科技大学, 2005.
WEI Jian-mei. Study on selection of suitable paper bag, sugar accumulation and its metabolism-related enzymes in Red Fuji apple after bagging[D]. Yangling: Northwest A & F University, 2015. (in Chinese)
- [35] 张斌斌, 马瑞娟, 蔡 志, 等. 采前套袋微环境变化对桃果实品质的影响[J]. 植物生理学报, 2015, 51(2):233-240.
ZHANG Bin-bin, MA Rui-juan, CAI Zhi, et al. Effects of preharvest-micro-environment inside bags on peach fruit quality[J]. *Plant Physiology Journal*, 2015, 51(2):233-240. (in Chinese)
- [36] 李永梅. 套袋对黄金梨果实糖代谢及超微结构的影响[D]. 青岛:青岛农业大学, 2007.
LI Yong-mei. Effects of bagging oil sugar metabolism and ultrastructure in "Whangkeumbae" pear fruits[D]. Qingdao: Qingdao Agricultural University, 2007. (in Chinese)
- [37] 陈振德, 陈建美, 韩明三, 等. 苹果果实中毒死蜱残留的品种间差异及套袋对农药残留的影响[C]. 第四届全国农业环境科学学术研讨会论文集, 2011:790-796.
CHEN Zhen-de, CHEN Jian-mei, HAN Ming-san, et al. Difference of chlorpyrifos residue among varieties and influence of bagging on pesticide residue in apple fruits[C]. The Fourth Session of the National Agricultural Academic Conference on Environmental Science, 2011:790-796. (in Chinese)
- [38] 刘蕾庆, 焦自高, 艾希珍, 等. 套袋对厚皮甜瓜果实中农药残留量的影响[J]. 西北农业学报, 2012, 21(5):151-154.
LIU Lei-qing, JIAO Zi-gao, AI Xi-zhen, et al. Influence of bagging on pesticides residues in muskmelon[J]. *Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica*, 2012, 21(5):151-154. (in Chinese)