

西安市猕猴桃主产区农药残留水平及累积急性膳食摄入风险评估

刘 君, 任晓姣, 张水鸥, 杨 雍*

(西安市农产品质量安全检验监测中心, 西安 710077)

摘 要: **目的** 评估西安市猕猴桃农药残留水平及累积急性膳食摄入风险。**方法** 对 2018~2019 年西安市周至县 14 个猕猴桃主产乡镇共 400 批次样品进行农药残留定量检测分析, 用相对效能因子法进行累积急性膳食摄入风险评估。**结果** 对 400 个猕猴桃样品经检测分析, 共有 280 个猕猴桃样品检出了不同程度的农药残留, 检出率为 70%, 农药多残留样品(检出 2 种以上农药残留)占样品总数 50.25%, 检出超标农药氯氟氰菊酯 1 个, 禁用和限用农药均未检出。从检出农药毒性分析, 22 种已检出的农药中包括 14 种低毒农药, 7 种中毒农药和 1 种高毒农药, 根据相同毒性机制分组为有机磷类、菊酯类、有机氯类、烟碱类农药, 且累积急性膳食摄入风险评估中风险系数分别为 34.64%、7.20%、3.90%和 2.52%, 均处于低风险水平。**结论** 西安市周至县猕猴桃有机磷类、菊酯类、有机氯类、烟碱类农药累积性急性风险较小, 急性中毒情况基本不会发生。

关键词: 猕猴桃; 农药残留; 风险评估; 累积急性风险评估

Pesticide residue levels and risk assessment of cumulative acute dietary intake in kiwifruit main production area in Xi'an

LIU Jun, REN Xiao-Jiao, ZHANG Shui-Ou, YANG Yong*

(Xi'an Agricultural Product Quality Safety Inspection and Monitoring Center, Xi'an 710077, China)

ABSTRACT: Objective To evaluate the pesticide residue level and cumulative acute dietary intake risk of kiwifruit in Xi'an. **Methods** A total of 400 batches of kiwifruit samples from 14 major kiwi producing towns in Zhouzhi county, Xi'an city from 2018 to 2019 were quantitatively detected and analyzed for pesticide residues, and the risk assessment of cumulative acute dietary intake was conducted by using the relative efficacy factor method. **Results** According to the test and analysis of 400 kiwifruit samples, a total of 280 kiwifruit samples were detected with different levels of pesticide residues, the detection rate was 70%, multiple pesticide residues samples (detected with more than 2 kinds of pesticide residues) accounted for 50.25% of the total number of samples, and one exceeded the standard pesticide cypermethrin was detected, and none of the banned or restricted pesticides were detected. From aspects of the pesticide toxicity analysis, 22 species has in the detection of pesticides including 14 kinds of low toxic pesticide, 7 kinds of pesticide poisoning and 1 kind of high toxic pesticides. According to the same toxicity mechanism, it was grouped into organophosphorus, pyrethroid, organochlorine, and nicotine pesticides, and the risk

基金项目: 西安市科技局农业主导产业发展项目(201806114YF02NC10(1))

Fund: Supported by Agriculture Leading Industry Development Project of Xi'an Science and Technology Bureau (201806114YF02NC10(1))

*通讯作者: 杨雍, 高级农艺师, 主要研究方向为农产品质量安全研究。E-mail: 11056189@qq.com

*Corresponding author: YANG Yong, Senior Agronomist, Xi'an Agricultural Product Quality Safety Inspection and Monitoring Center, Xi'an 710077, China. E-mail: 11056189@qq.com

coefficients of cumulative acute dietary intake risk assessment were 34.64%, 7.20%, 3.90%, and 2.52%, respectively, with low risk levels. **Conclusion** The cumulative acute risk of organophosphorus, pyrethroids, organochlorine and nicotine pesticides in kiwi fruit in Zhouzhi county, Xi'an city is small, and the acute poisoning situation will basically not occur.

KEY WORDS: kiwifruit; pesticide residues; risk assessment; cumulative acute risk assessment

1 引言

随着人们对农产品质量安全的关注度越来越高, 农业风险评估显得至关重要, 对农产品质量安全进行风险评估, 有利于摸清农产品生产过程中存在的安全隐患, 科学地预防和应对农产品质量安全事件的发生, 还可以为农产品生产专家和企业提供用药建议及科学管控措施^[1]。近些年针对农产品方面的风险分析越来越多, 但是我国风险评估较西方国家起步较晚, 主要是针对单一化合物进行风险评估, 而忽视了多种农药组分的联合暴露风险评估, 尤其是在猕猴桃方面研究较少, 而单一暴露评估不能反映真实情况, 可能对消费者健康造成影响^[2]。鉴于此, 本研究对 2018~2019 年西安市周至县猕猴桃农药残留进行系统分析并对其进行累积急性膳食摄入风险评估, 以期在猕猴桃用药登记、解决用药问题等方面为相关专家提供帮助, 为猕猴桃消费、农药残留监管提供科学依据。

2 材料与方法

2.1 样品来源

在西安市周至县广济镇、马召镇、四屯镇、竹峪镇、富仁镇等 14 个猕猴桃主产乡镇于 2018~2019 年连续 2 年

各抽取 200 个样品, 共计 400 个样品^[1]。

2.2 试剂与仪器

乙腈、甲苯(色谱纯, 美国迪马公司); 甲醇(色谱纯, 美国西格玛公司); 氯化钠(色谱纯, 需 140 °C 烘干 3 h 使用, 成都科龙公司); 微孔滤膜(0.22 μm, 天津津腾公司); 农药标准品(农业部环境质量监督检验测试中心(天津))。

LCMC-8050 三重四级杆液质联用仪、GCMS-TQ8040 三重四级杆质谱气相色谱联用仪(日本岛津公司); LXJ-IIB 离心机(上海安亭科学仪器厂); Milli Q 超纯水系统(美国 Millipore 公司); BSA4202S 电子天平(感量 0.01 g, 德国赛多利斯公司)。

2.3 农药残留检测方法

采用标准方法对 58 种农药进行样品处理分析, 检测人员完全按照标准规范执行操作, 具体参数和采用的标准方法见表 1。检测结果按照食品安全国家标准 GB 2763-2016《食品中农药最大残留限量》^[3]标准猕猴桃类及浆果和其它小型水果类中的最大残留限量判定, 对有检出样品中的农药根据相同毒性机制分类并进行累积性急性膳食摄入风险评估。对于检出的农药, 当样品中的检测值< 检出限(limit of detection, LOD)时, 用 1/2LOD 代替^[1]。

表 1 58 种农药参数及采用的标准方法
Table 1 Parameters of 58 pesticides and standard methods

参数	采用的标准方法
甲胺磷、对硫磷、甲基对硫磷、甲拌磷、氧乐果、水胺硫磷、甲基异柳磷、毒死蜱、三唑磷、乐果、乙酰甲胺磷、敌敌畏、丙溴磷、杀螟硫磷、二嗪磷、马拉硫磷、亚胺硫磷、伏杀硫磷、辛硫磷 六六六、氰戊菊酯、氯氰菊酯、甲氰菊酯、氯氟氰菊酯、氟氰茚菊酯、溴氰菊酯、联苯菊酯、氟胺氰菊酯、氟氰戊菊酯、三唑酮、百菌清、异菌脲、三氯杀螨醇、五氯硝基苯、乙烯菌核利	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》 ^[4]
克百威、涕灭威、灭多威、甲萘威、多菌灵、吡虫啉、氟虫脒、啉虫脒、烯酰吗啉、灭幼脲、灭蝇胺、除虫脲	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》 ^[5]
哒螨灵、苯醚甲环唑、啞霉胺、虫螨脒、咪鲜胺、二甲戊乐灵、噻虫嗪、氟啶脲、甲霜灵、腐霉利	GB/T 23200.8-2016《食品安全国家标准 水果和蔬菜中 500 种农药及相关化学品残留量的测定 气相色谱-质谱法》 ^[6]
阿维菌素	GB/T 23200.20-2016《食品安全国家标准 食品中阿维菌素残留量的测定 液相色谱-质谱/质谱法》 ^[7]

2.4 农药残留累积性膳食摄入评估方法

国际上目前提出的可用于农药残留累积性膳食摄入评估方法包括相对效能因子(relative potency factor, RPF)法、联合暴露边界(combined margin of exposure, MOET)法、危害指数(hazard index, HI)法及分离点指数(point of departure index, PODI)法等^[8]。其中 RPF 方法是以其中一种化学物作为指示化学物,其他化学物的毒性效应与指示化学物相比较得到相对效能因子,然后再将各农药暴露量乘以其相对效能因子,从而转化成指示化学物的等量物,最后相加得到累积暴露量,此方法原理简单易懂,本研究采用 RPF 方法进行累积风险评估。最终将累积暴露量与指示化学物的健康指导值进行比较,如果累积暴露量低于指示化学物的健康指导值,则风险可以接受;反之,则可能存在风险^[8],本研究选择 RPF 方法进行累积性膳食摄入风险评估。

本研究首先对 400 个样品进行了农药残留状况检测分析,然后将检出农药的样品根据具有相同作用机制的多种化学物进行归类分组并进行累积急性风险分析。对未分组的农药(检出一种农药或不能根据相同毒性作用机制划分组别)以最大残留限量值进行风险评估^[2]。

2.4.1 相对强度系数计算方法

相对强度系数为作用机制相同的每组农药中各农药与参考农药比较的相对毒性^[2]。

一般情况,根据农药残留检出的结果,将检出的农药根据相同作用机制进行分组,分为有机磷类、有机氯类、菊酯类、氨基甲酸酯类、烟碱类等。将各组中具有最小急性参考剂量的农药定为参考农药并设定其 RPF 值为 1.0,然后将参考农药与其他农药 ARFD 值比值计算得出各农药的 RPF 值。其各农药的 ARFD 值与 RPF 值见表 3。

2.4.2 参考农药累积当量浓度计算方法

每组检出的单个农药浓度乘以其农药的相对强度系数(RPF)得出此农药的相对参照农药的浓度^[9,10],进行累加后得到每组参照农药的累积当量浓度,计算公式为:

$$HR = \sum_{i=1}^n C_i \times RPF_i \quad (1)$$

(1)式中 HR 为参考农药的累积当量浓度, mg/kg ; C_i 为 i 种农药残留浓度, mg/kg ; RPF_i 为 i 种农药相对参考农药的 RPF 值^[2]。

2.4.3 累积急性膳食摄入风险评估方法

累积急性膳食摄入量是基于粮农组织/世界卫生组织(joint meeting on pesticide residues, JMPR)通过国际短期膳食摄入量(international short-term dietary intake, IESTI)公式

(公式 2)计算得来^[11-13]。

$$IESTI = \frac{U \times HR \times v + (LP - U) \times HR}{bw} \quad (2)$$

$$\%ARFD = \frac{IESTI}{ARFD} \times 100 \quad (3)$$

(2)式中 U 为猕猴桃单果重, kg , 取 0.083 kg ; HR 为最高残留量, mg/kg , 取 99.9%; v 为个体之间变异因子, 猕猴桃取 3; LP 为居民猕猴桃消费大份餐, 0.5487 kg ; bw 为人体重, 按 60 kg 计^[12]。

在累积急性膳食摄入风险评估中, HR 为每组的参考农药累积当量浓度,即将组别中每种农药根据相对参考农药的 RPF 值进行转化为参考农药的农药残留量进行累加^[9,10,15]。

(3) 式用于累积急性膳食摄入风险计算。 $\%ARFD \leq 100\%$ 时,表示风险可以接受; $\%ARFD > 100\%$ 时,表示急性中毒风险存在^[2]。

3 结果与分析

3.1 猕猴桃农药残留检测分析

在本次 400 个猕猴桃样品的检测中, 合计有 280 个样品检出了不同程度的农药残留, 检出率为 70%, 农药多残留样品(检出 2 种以上农药残留)占样品总数 50.25%, 检出超标农药 1 个为氯氟氰菊酯, 禁用和限用农药均未检出。从检出农药毒性分析, 22 种已检出的农药中包括 14 种低毒农药, 7 种中毒农药和 1 种高毒农药, 从农药种类来看, 杀菌剂有 9 种, 杀虫剂有 13 种, 其残留水平见表 2。其中, 氯氟氰菊酯最高为 57.25%, 接下来依次为乙酰甲胺磷、苯醚甲环唑、啉霉胺、吡虫啉, 分别为 13.5%、13%、11.26%、10.75%; 其它农药检出率均低于 10%。本次检出的 22 种农药均未在猕猴桃上登记。

3.2 累积急性膳食摄入风险评估

根据农药的相同毒性机制将检出的 22 种农药分为 4 组, 分别为有机磷类、菊酯类、有机氯类、烟碱类, 其余未进行归类的单一农药以最大残留限量值评定风险分析, 见表 3。

通过公式(1)计算出各组最高农药的累积当量浓度 HR , C_i 取最大残留值的 99.9 百分位点值, 通过公式(2)得到估计短期摄入量^[16-18], 与各组参考农药的 $ARFD$ 值进行比较, 评估累积急性膳食摄入风险大小, 见表 4。

有机磷类、菊酯类、有机氯类、烟碱类农药最高累积急性膳食摄入风险值($\%ARFD$ 值)依次为 34.64%、7.20%、3.90%和 2.52%, 远远低于 100%, 说明西安市周至县猕猴桃在有机磷类、菊酯类、有机氯类、烟碱类农药的累积急性摄入风险较小。

表 2 猕猴桃中 22 种农药的残留水平
Table 2 Residue levels of 22 pesticides in kiwifruit

农药		毒性	最大残留限量/(mg/kg)	检出残留 的样品数	检出率/%	残留水平/(mg/kg)
毒死蜱	chlorpyrifos	中毒	2*	15	3.75	0.006 ~ 0.315
乙酰甲胺磷	acephate	低毒	0.5	61	15.25	0.005 ~ 0.016
氯氰菊酯	cypermethrin	中毒	2*	54	13.5	0.005 ~ 0.055
氰戊菊酯	fenvalerate	中毒	0.2	3	0.75	0.005 ~ 0.022
甲氰菊酯	fenpropathrin	中毒	5	5	1.25	0.008 ~ 0.21
氯氟氰菊酯	cyhalothrin	中毒	0.2	229	57.25	0.005 ~ 0.249
联苯菊酯	bifenthrin	中毒	1*	13	3.25	0.005 ~ 0.095
百菌清	chlorothalonil	低毒	5*	1	0.25	0.027
异菌脲	iprodione	低毒	5	1	0.25	0.142
腐霉利	procymidone	低毒	10*	13	3.25	0.005 ~ 0.363
五氯硝基苯	quintozene	低毒	0.2*	2	0.5	0.005 ~ 0.006
多菌灵	carbendazim	低毒	0.5	48	12	0.0059 ~ 0.368
吡虫啉	imidacloprid	中毒	5	43	10.75	0.005 ~ 0.1626
阿维菌素	abamectin	高毒	0.02*	2	0.5	0.005
啉虫脒	acetamiprid	低毒	2	7	1.75	0.005 ~ 0.049
哒螨灵	pyridaben	低毒	2*	16	4	0.005 ~ 0.044
苯醚甲环唑	difenoconazole	低毒	2*	52	13	0.005 ~ 0.178
啉霉胺	pyrimethanil	低毒	3	45	11.25	0.005 ~ 0.225
咪鲜胺	prochloraz	低毒	10*	5	1.25	0.005 ~ 0.028
噻虫嗪	thiamethoxam	低毒	0.5	5	1.25	0.005 ~ 0.032
氟啶脲	chlorfluazuron	低毒	0.5*	12	3	0.005 ~ 0.03
烯酰吗啉	dimethomorph	低毒	5*	1	0.25	0.167

注：最大残留限量一栏中标“*”号的参考水果的最大限量值，未标“*”的参考浆果和其他小型水果类的限量值。

表 3 4 组农药各自对应的 ARFD 和 RPF 值
Table 3 ARFDS and RPFs of 4 groups pesticides

组	农药	急性参考剂量/(mg/kt bw)	来源	相对强度系数(RPF)
有机磷	毒死蜱	0.10	WHO	1.00
	乙酰甲胺磷	0.10	WHO	1.00
	氯氰菊酯	0.04	WHO	0.25
	氰戊菊酯	0.20	WHO	0.05
菊酯类	甲氰菊酯	0.03	WHO	0.33
	氯氟氰菊酯	0.02	WHO	0.50
	联苯菊酯	0.01	WHO	1.00
	异菌脲	0.06	US EPA	1.00
有机氯	百菌清	0.60	WHO	0.10
	腐霉利	0.10	WHO	0.60
	吡虫啉	0.10	WHO	1.00
烟碱类	啉虫脒	0.10	WHO	1.00
	噻虫嗪	1.00	WHO	0.10

注：表 3 中急性参考剂量数据除异菌脲来自于美国环保署以外其余均来自世界卫生组织数据库。

表 4 猕猴桃中有机磷、菊酯类、有机氯、烟碱类农药的累积急性摄入风险评估
Table 4 Cumulative acute risk assessment of organophosphorus, pyrethroids, organochlorine and nicotine pesticides in kiwifruit

组	检出农药/残留量 (mg/kg)	最大累积当量浓度 (HRT)/(mg/kg)	急性膳食摄入量 (IESTI)/(mg/kg bw)	急性参考剂量 (ARFD)/(mg/kg bw)	%ARFD
有机磷	毒死蜱	0.327	0.003895	0.10	3.90
	乙酰甲胺磷				
	氯氰菊酯				
	氰戊菊酯				
菊酯类	甲氰菊酯	0.291	0.003464	0.01	34.64
	氯氟氰菊酯				
	联苯菊酯				
	异菌脲				
有机氯	百菌清	0.363	0.004318	0.06	7.20
	腐霉利				
	吡虫啉				
	啉虫脒				
烟碱类	啉虫脒	0.211	0.003	0.10	2.52
	噻虫嗪				

4 结论与讨论

依据检测项目,对连续 2 年共 400 个猕猴桃样品进行了农药残留检测分析与累积急性膳食摄入风险评估,农药残留分析中所检的 58 种农药中有 36 种农药均未检出,22 种农药有不同程度的检出包括毒死蜱、乙酰甲胺磷、氯氰菊酯、甲氰菊酯、氯氟氰菊酯、联苯菊酯、氰戊菊酯、百菌清、异菌脲、腐霉利、五氯硝基苯、多菌灵、吡虫啉、阿维菌素、啉虫脒、啉虫脒、苯醚甲环唑、啉霉胺、咪鲜胺、噻虫嗪、氟啉脲、烯酰吗啉,其中氯氟氰菊酯超标 1 次,其余均未超标^[1]。所检出的农药中都属于杀虫杀菌剂,其中氯氟氰菊酯检出率最高,为 57.25%,其余 21 种农药检出率均低于 20%以下。

通过标准方法对西安市周至县猕猴桃进行了 58 种农药残留检测分析,虽然检出率偏高为 70%,但残留水平较低。将检出 22 种农药根据相同毒性机制将其中 13 种农药归类为有机磷类、菊酯类、有机氯类、烟碱类然后进行累积性急性膳食摄入风险评估,风险系数分别为 34.64%、7.20%、3.90%和 2.52%,远远低于 100%,累积急性风险系数较低。结果表明西安市周至县猕猴桃农药残留累积性急性风险较小,急性中毒情况不会发生。

参考文献

[1] 刘君,任晓姣,张水鸥,等. 西安市猕猴桃主产区农药残留风险评估[J]. 食品安全质量检测学报, 2019, 10(12): 3878–3885.

Liu J, Ren XJ, Zhang SO, *et al.* Risk assessment of pesticide residues in main producing areas of kiwi fruit in Xi 'an [J]. *J Food Saf Qual*, 2019, 10(12): 3878–3885.

[2] 兰丰,刘传德,周先学,等. 山东省主产区苹果农药残留水平及累积急性膳食摄入风险评估[J]. 食品安全质量检测学报, 2015, 6(7): 2595–2602.

Lan F, Liu CD, Zhou XX, *et al.* Assessment of pesticide residues and cumulative acute dietary intake risk in apples in main producing areas of Shandong province [J]. *J Food Saf Qual*, 2015, 6(7): 2595–2602.

[3] GB 2763-2016 食品安全国家标准 食品中农药最大残留限量[S].
GB 2763-2016 National food safety standard-Maximum residue limits for pesticides in food [S].

[4] 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].

[5] 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 fruit and vegetables-LC-MS-MS method [S].

[6] GB 23200.8-2016 食品安全国家标准 水果和蔬菜中 500 种农药及相关化学品残留量的测定 气相色谱-质谱法[S].
GB 23200.8-2016 National food safety standards-Determination of 500 pesticides and related chemicals residues in fruits and vegetables-Gas chromatography-mass spectrometry [S].

[7] GB 23200.20-2016 食品安全国家标准 食品中阿维菌素残留量的测

- 定 液相色谱-质谱/质谱法[S].
- GB 23200. 20-2016 National food safety standards-Determination of abamectin residue in foods-Liquid chromatography-mass spectrometry [S].
- [8] 王莹, 金红宇, 隋海霞, 等. 枸杞中拟除虫菊酯类农药残留水平及累积暴露评估[J]. 中国食品卫生杂志, 2017, 29(5): 616-620.
- Wang Y, Jin HY, Sui HX, *et al.* Assessment of pyrethroid pesticide residues and cumulative exposure in Chinese medlar [J]. Chin J Food Hyg, 2017, 29(5): 616-620.
- [9] 孙金芳, 余小金, 闵捷, 等. 我国有机磷农药膳食暴露累积风险评估模型构建[J]. 东南大学学报(医学版), 2017, 36(5): 789-794.
- Sun JF, Yu XJ, Min J, *et al.* Modeling of cumulative risk assessment of dietary exposure to organophosphorus pesticides in China [J]. J Southeast Univ (Med), 2017, 36(5): 789-794.
- [10] 姜官鑫, 沈国清, 唐雯佳. 食品中农药残留的累积性暴露评估方法研究[J]. 食品工业科技, 2011, 32(6): 346-349, 400.
- Jiang GX, Shen GQ, Tang WJ. Study on assessment method of cumulative exposure to pesticide residues in food [J]. Food Ind Sci Technol, 2011, 32(6): 346-349: 400.
- [11] Food and Agriculture Organization of the United Nations(FAO). Submission and evaluation of pesticide residues data for estimation of maximum residue levels in food and feed(fao plant production and protection paper 197) Rome, FAO, 2009(second edition) [Z].
- [12] WHO(World Health Organization). A template for the automatic calculation of the IESTI [Z].
- [13] Food and Agriculture Organization of the United Nations(FAO). Submission and evaluation of pesticide residues data for estimation of maximum residue levels in food and feed(FAO plant production and protection paper 197). Rome, fao, 2009(second edition) [Z].
- [14] 隋海霞, 杨大进, 蒋定国, 等. 相对效能因子法在有机磷农药慢性累积膳食风险评估中的应用研究[J]. 中国食品卫生杂志, 2016, 28(4): 523-528.
- Sui HX, Yang DJ, Jiang DG, *et al.* Application of relative efficacy factor method in the assessment of chronic cumulative dietary risk of organophosphorus pesticides [J]. Chin J Food Hyg, 2016, 28(4): 523-528.
- [15] 杨桂玲, 陈晨, 王强, 等. 农药多残留联合暴露风险评估程序构建研究[J]. 农产品质量与安全, 2018, (3): 12-20.
- Yang GL, Chen C, Wang Q, *et al.* Study on the construction of risk assessment procedures for combined exposure of multiple pesticide residues [J]. Agric Prod Qual Saf, 2018, (3): 12-20.
- [16] US-EPA. Cumulative risk from chloroacetanilide pesticides [EB/OL]. [2018-05-08]. http://www.epa.gov/pesticides/cumulative/chloro_cumulative_risk.pdf.
- [17] US-EPA. Revised N-methyl carbamate cumulative risk assessment [EB/OL]. [2018-05-08]. http://www.epa.gov/oppsrrd1/RED_s/nmc_revised_cra.pdf.
- [18] U. S-EPA. Pyrethrins/pyrethroid cumulative risk assessment [EB/OL]. [2018-05-08]. <http://www.regulations.gov/contentStreamer?documentId=EPA-HQ-OPP-2011-0746-0003&contentType=pdf>.

(责任编辑: 韩晓红)

作者简介



刘 君, 农艺师, 主要研究方向为农产品质量安全。
E-mail: 250569450@qq.com



杨 雍, 高级农艺师, 主要研究方向为农产品质量安全。
E-mail: 11056189@qq.com