

河北省梨主产区梨果农药残留风险研究

靳欣欣, 潘立刚, 李安*, 侯金健, 王冬, 贾文坤

(北京农业质量标准与检测技术研究中心 农业部农产品质量安全风险评估实验室(北京), 北京 100097)

摘要: **目的** 掌握河北省梨果中农药残留分布情况及污染风险程度, 为河北省梨果的质量安全监管提供基础数据。**方法** 采集河北省 2013~2014 年 11 个梨主产县(市)的 85 份梨果样品, 采用气相色谱和超高效液相色谱-串联质谱法对梨果中 110 种农药残留状况进行检测, 检测结果与国家规定的梨果中农药最大残留限量进行比对分析, 并运用污染指数法对农药残留水平进行风险评价。**结果** 85 个样品共检出 24 种农药残留, 每种样品均检测出农药残留, 农药品种 1~8 种不等, 检出率 100%, 但均不存在农药残留超标现象。检测出的 24 种农药中以农药杀虫剂为主, 其中多菌灵和吡虫啉的检出率分别为 69% 和 62%, 明显高于其他种类农药。1 个样品检测出禁用农药克百威。此次采样的十一个县或县级市中, 石家庄赵县和沧州泊头市的样品达到 1 级安全水平的比率为 100%, 其余县市 1 级安全水平样本比率在 40%~90% 不等, 肃宁、阜城、深州和河间等县(市)的样本综合污染指数在 2 级(相对安全)的样本比率较高, 风险程度高于其他县市。**结论** 河北省梨果农药残留水平低, 总体上处于安全范围内, 风险程度小, 但不同县(市)的农药残留风险程度存在地域差异性。

关键词: 梨; 农药残留; 污染指数

Risk estimation of pesticide residues in pear in Hebei province

JIN Xin-Xin, PAN Li-Gang, LI An*, HOU Jin-Jian, WANG Dong, JIA Wen-Shen

(Beijing Research Center of Agricultural Standards and Testing/Risk, Assessment Lab of Agri-Products Quality and Safety (Beijing), Agriculture Ministry of P.R.C, Beijing 100097, China)

ABSTRACT: Objective The distribution and pollution degree of pesticide residues in Hebei province and the basic data provided for the quality and safety supervision of pear fruit were studied. **Method** The pears in 11 pear production counties of Hebei province during 2013 and 2014 were collected, and the pesticide residues in pear were detected by gas chromatography (GC) and ultra performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry (UPLC/MS/MS), then national standard and pollution index were used to evaluate the risk level. **Results** Twenty-four kinds of pesticide residues were found in the 85 samples. Pesticide residues were detected in each sample, with 1 to 8 kinds of pesticides for each sample, and the detection rate was 100%. However, none of the sample was found that pesticide residue exceeded the standard level. In 24 kinds of pesticides detected, carbendazim and imidacloprid were found in most of the samples, with the detection rate of 69% and 62%, respectively. Carbofuran, a banned pesticide was detected in one sample. In the 11 counties in this study, all the samples in Zhaoxian and Botou reached the first class standard, while the first class standard ratio in other counties was ranging from 40% to 90%. The counties of Suning, Fucheng, Shenzhou and Hejian

基金项目: 国家果品质量安全风险评估项目(GJFP2015002)

Fund: Supported by National Program of Fruit Product Quality and Safety Risk Assessment and Evaluation (GJFP2015002)

*通讯作者: 李安, 博士, 助理研究员, 研究方向为农产品质量安全。E-mail: lionlian@126.com

*Corresponding author: LI An, Doctor, Assistant Research Fellow, Beijing Research Center for Agricultural Standards and Testing, Beijing 100097, China. Email: lionlian@126.com

had more samples at the second class standard ratio than other counties, which meant the higher risk level of pesticide residues. **Conclusions** The pesticide residues of pear in Hebei Province were mainly in the safe range and showed a low risk level. However, the risk levels in different counties showed a significant difference.

KEY WORDS: pear; pesticide residues; contamination index

1 引言

梨是继苹果、柑橘之后的第三大果品,在中国乃至世界的水果市场均占有重要地位^[1]。据统计,2012年全国梨园面积为1088.47千公顷,产量达1707.30万吨,分别占我国果品种植面积的8.97%和果品总产量的7.10%。河北省是中国产梨第一大省,2012年河北省梨果园面积为193.97千公顷,产量445.05万吨,占全国梨果园面积的17.8%和全国梨总产量的26.1%,均位居全国首位^[2]。

河北省梨树栽培主要以石家庄为中心,大面积辐射分布于沧州、衡水、邢台等地区,形成了石家庄东南的核心梨区,已发展成为河北省特色产业和优势产业区^[3]。梨产业促进了河北省现代农业的发展,但也面临与其他农作物产业同样的问题,即如何改变传统小农经营模式,进行现代产业升级,以适应市场化需求,提高产品竞争力。要做到这一点,前提是提高梨产品的质量安全水平,使梨产品具有可靠的食用安全保证^[4]。

由于梨树在生长过程中容易感染梨黑星病、轮纹病、干腐病等病害,且果实在膨大期和成熟期易发生黄粉虫、梨木虱等虫害,因此梨农采取各种手段进行防治,其中喷施农药是果农防治梨树梨果病虫害的主要手段^[5]。农药的大量使用,一方面在防治病虫害、降低经济损失中发挥了巨大的作用,而另一方面也可能造成农药残留,引起质量安全问题^[6]。

为掌握河北省梨果中农药残留分布情况及污染风险程度,农业部农产品质量安全风险评估实验室(北京)连续两年(2013~2014)对河北省梨主产区的农药使用情况进行摸底调研,并对11个梨主产县(市)85个果园的梨样品进行农药残留抽样检测,分析110种农药残留水平,对农药残留状况进行污染指数风险评价,为河北省梨果的质量安全监管提供基础数据。

2 材料与方法

2.1 仪器与试剂

GC-2010 气相色谱仪(日本岛津公司); UPLC-MS/MS(美国沃特世公司); GM200 刀式混合研磨仪(德国莱驰公司); R-210 旋转蒸发仪(瑞士步琦公司); QL-901 涡旋混合器(海门市其林贝尔仪器制造有限公司); HZQ-C 空气浴恒温振荡器(哈尔滨市东联电子级数开发有限公司)。

分析纯乙腈、氯化钠均购自北京市化工厂; 色谱纯二氯甲烷(99.8%)购自北京市通广精细化工公司; 色谱纯甲醇(99.9%)、正己烷(99.9%)均购自美国 Fisher Scientific 公司; 色谱纯丙酮购自美国 J.T.Baker 公司; Florisil-SPE 柱(1000 mg/6 mL)和 NH₂-SPE 柱(1000 mg/6 mL)均购自迪马科技有限公司; 甲胺磷、乐果、敌敌畏、吡虫啉、多菌灵、六六六等 110 种农药标准品均购自农业部环境保护科研监测所。

2.2 梨果实样品采集

根据河北省各城市梨果面积和产量排名顺序,确定排在前 4 位的 4 个地级市 11 个县或县级市作为布点县,包括河北省梨三大主产区,即石家庄东南一带的核心梨区、泊头市及周边一带的鸭梨主产区、肃宁县及周边一带的鸭梨产区^[7]。采集的梨品种以鸭梨为主,此外还有部分皇冠梨和雪花梨品种。

采样点分布在布点地区的 85 个果园,其中 2013 年采集了 35 个果园的梨样品,2014 年采集了 50 个果园的梨样品。在正常采收季节于采样果园中选取树势基本一致的 5~10 株树作为取样树,采集树冠外围的果实作为一个样品。样品采集后进行全果匀浆并贮存于低温冰箱中集中进行分析测定。按照国标方法与实验室方法^[8,9],采用 GC 和 UPLC 进行农药残留验证分析,共验证 110 种常用农药的农药残留情况。

2.3 检测方法

梨样品按照国家标准与行业标准检测方法处理,

经匀浆、提取、过滤、SPE 柱净化以及浓缩后上样^[8,9]。采用气相色谱仪(带 ECD 检测器)测定有机氯和拟除虫菊酯类农药残留(氟胺氰菊酯、氟氯氰菊酯、氟氰戊菊酯、腐霉利、甲氰菊酯、联苯菊酯、硫丹、六六六、氯氟氰菊酯、氯菊酯、氯氰菊酯、氰戊菊酯、三氯杀螨醇、三唑酮、五氯硝基苯、溴氰菊酯和滴滴涕), 采用气相色谱仪(带 FPD 检测器)测定梨中有机磷农药残留(倍硫磷、丙溴磷、敌敌畏、地虫硫磷、毒死蜱、对硫磷、二嗪磷、伏杀硫磷、甲胺磷、甲拌磷、甲基对硫磷、甲基硫环磷、甲基异柳磷、久效磷、喹硫磷、乐果、磷胺、硫环磷、马拉硫磷、灭线磷、三唑磷、杀螟硫磷、杀扑磷、水胺硫磷、特丁硫磷、辛硫磷、亚胺硫磷、氧乐果、乙酰甲胺磷、蝇毒磷和治螟磷), 采用 UPLC-MS/MS 仪器测定氨基甲酸酯类农药残留(稻丰散、敌百虫、百菌清、乙烯菌核利、异菌脲、甲萘威、克百威、灭多威、涕灭威、涕灭威砒、涕灭威亚砒、3-羟基克百威、速灭威、异丙威、噻苯隆、苯醚甲环唑、吡虫啉、啶螨灵、啉虫脒、杀虫脒、氟虫腈、多菌灵、甲基硫菌灵、噻菌灵、克菌丹、抗蚜威、啞霉胺、炔螨特、氟硅唑、抑霉唑、噻螨酮、噻嗪酮、咪鲜胺、戊唑醇、烯唑醇、四螨嗪、烯酰吗啉、啞菌酯、溴螨酯、唑螨酯、氯唑磷、腈苯唑、腈菌唑、氟虫脲、甲霜灵、丁硫克百威、阿维菌素、灭幼脲、除虫脲、螺螨酯、虫酰肼、丁醚脲、氟铃脲、杀铃脲、苯菌灵、甲维盐、丙环唑、噻虫嗪、肟菌酯、丙森锌、霜脲氰和啞螨酯)。

2.4 质量控制

样品分析前先绘制标准曲线, 并添加 0.05、0.5、5 mg/L 上述农药的标准品溶液于匀浆的梨样品中, 进行加标回收率实验, 每一个浓度设 3 个平行。加标回收率均在 70%~125% 范围内, RSD<20%。

2.5 污染指数法

单项农药残留的评价采用单项污染指数法(single pollution index, SPI), SPI 计算公式为: $SPI = C_i / S_i$, 其中 C_i 为农药实测浓度, S_i 为国家标准 GB 2763-2014《食品中农药最大残留限量》中规定的各农药的最大残留限量(max residues limits, MRLs)值^[10]。将所得 SPI 值划分为 3 级, ≤ 0.1 为 1 级, 农药残留量较低, 评价为安全; 0.1~1.0 为 2 级, 农药残留量在标准值之内, 评价为相对安全; 1.0 为 3 级, 农药残留量超出限量, 评价为不安全^[11]。

地区农药残留的评价采用内梅罗综合污染指数法(nemero comprehensive pollution index, NCPI)。NCPI 计算公式为: $NCPI = [(SPI_{max}^2 + SPI_{ave}^2) / 2]^{1/2}$, 其中 SPI_{max} 为地区采样布点所有检出农药 SPI 中的最大值, SPI_{ave} 为地区采样布点所有农药 SPI 的平均值^[12]。将各样品按照 NCPI 值划分为 3 级, ≤ 0.1 为 1 级, 农药残留量较低, 评价为安全; 0.1~1.0 为 2 级, 农药残留量在标准值之内, 评价为相对安全; 1.0 为 3 级, 农药残留量超出限量, 评价为不安全。

3 结果与分析

3.1 梨产品农药残留检出情况

主要检测的农药包括有机氯、有机磷、拟除虫菊酯类、氨基甲酸酯类杀虫剂和杀菌剂等, 检测结果与 GB 2763-2014 规定的食品中农药最大残留限量进行比对分析, 其中艾氏剂等 86 种农药未检出, 百菌清、苯醚甲环唑、吡虫啉、丙环唑、啶螨灵、啉虫脒、毒死蜱、多菌灵、甲基硫菌灵、甲氰菊酯、腈菌唑、克百威、联苯菊酯、硫丹、氯氟氰菊酯、氯氰菊酯、啞菌酯、灭多威、氰戊菊酯、噻嗪酮、三氯杀螨醇、烯唑醇、溴螨酯和氧乐果等 24 种农药有不同程度的检出, 农药检出品种占检测农药种类的 21.8%, 而样品农药检出率则达到了 100%。85 个样品中均检出农药残留, 单个样品的农药检出品种从 1 种到 8 种不等, 其中 1 个样品中检出了禁用农药克百威。24 种农药检出种类分布情况如图 1 所示。由图 1 可知, 检出农药以杀虫剂为主, 占有检出农药种类总数的 56%, 其次为杀菌剂, 占比 32%, 此外还检出 3 种杀螨剂, 分别为三氯杀螨醇、溴螨酯和啶螨灵。梨农使用的杀虫剂以拟除虫菊酯类农药为主, 高毒农药有机磷和有机氯农药仅分别检出 2 种和 1 种。杀菌剂中以三唑类农药为主, 占杀菌剂种类数的 50%。

将 24 种检出农药的检出值与 GB 2763-2014《食品安全国家标准 食品中农药最大残留限量》规定的最大残留限量值(MRLs, maximum residue limits)进行对比, 未规定梨中 MRLs 的农药以其他水果的 MRLs 为参照进行超标与否的判定, 具体检出与超标情况见表 1。由表 1 可知, 检出率最高的农药为多菌灵(69%)和吡虫啉(62%), 此外毒死蜱(45%)、三氯杀螨醇(41%)、氰戊菊酯(40%)、氯氟氰菊酯(26%)、啞菌酯(21%)、氯氰菊酯(19%)、百菌清(19%)、啉虫脒

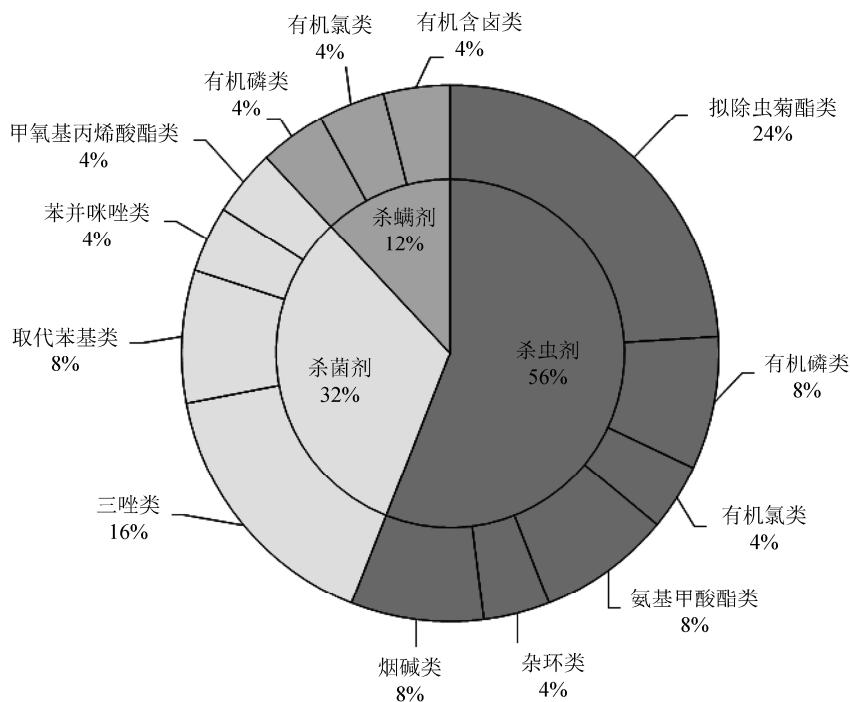


图 1 2013~2014 年河北省四市十一县梨产品农药残留种类分布示意图

Fig. 1 The sketch of pesticide residues of pears in 4 cities of Hebei province in 2013~2014

表 1 2013~2014 年河北省四市梨产品农药残留检出及超标情况表(n=2)

Table 1 The detecting and exceeding rate of pears in 4 cities of Hebei province in 2013~2014 (n=2)

农药名称	检出数	超标数	检出率/%	超标率/%	禁限用农药
百菌清	16	0	19%	0	否
苯醚甲环唑	4	0	4.7%	0	否
吡虫啉	53	0	62%	0	否
丙环唑	1	0	1.2%	0	否
哒螨灵	11	0	13%	0	否
啶虫脒	14	0	16%	0	否
毒死蜱	38	0	45%	0	否
多菌灵	59	0	69%	0	否
甲基硫菌灵	3	0	3.5%	0	否
甲氧菊酯	1	0	1.2%	0	否
腈菌唑	1	0	1.2%	0	否
克百威	1	0	1.2%	0	是
联苯菊酯	8	0	9.4%	0	否
硫丹	1	0	1.2%	0	否
氯氟氰菊酯	22	0	26%	0	否
氯氰菊酯	16	0	19%	0	否
啉菌酯	18	0	21%	0	否
灭多威	2	0	2.4%	0	否
氰戊菊酯	34	0	40%	0	否
噻嗪酮	3	0	3.5%	0	否
三氯杀螨醇	35	0	41%	0	否
烯唑醇	1	0	1.2%	0	否
溴螨酯	1	0	1.2%	0	否
氧乐果	1	0	1.2%	0	否

(16%)、哒螨灵(13%)也均达到 10% 以上的检出率。有机氯农药仅检出硫丹, 检出率为 1.2%。有机磷农药检测出毒死蜱(45%)和氧乐果(1.2%)。此外, 丙环唑、哒螨灵、啶虫脒、甲氰菊酯、克百威、联苯菊酯、硫丹、氯氟菊酯、氰戊菊酯、噻嗪酮、三氯杀螨醇、溴螨酯、氧乐果等 13 种农药均未在梨上登记使用^[13]。

3.2 农药残留单项污染指数分析

检测出的 24 种农药的单项污染指数的最大值 (SPI_{max}) 以及各安全级别的样品比率列于表 2, (1 级: $SPI \leq 0.1$, 安全; 2 级: $0.1 < SPI < 1.0$, 比较安全; 3 级: $SPI \geq 1.0$ 不安全)。SPI 的计算以 2014 年新近公布的国家标准 GB 2763-2014《食品中农药最大残留限量》中规定的各农药的最大残留限量值为准。

表 2 中所列的 24 种农药中, 丙环唑、哒螨灵、甲基硫菌灵、啉菌酯、灭多威和噻嗪酮等 6 种农药缺

少关于梨或梨所属仁果类水果的 MRLs, 选取了最接近梨农产品性质的相关水果的 MRLs 作为计算限量。如表 2 中所列, 全部 24 种农药的 SPI_{max} 均未超过 1, 整体属于安全与比较安全的水平。其中 9 种农药在部分样品中的污染指数级别为 2 级, 氯氟菊酯和三氯杀螨醇的 2 级污染指数样本比率均为 9.4%, 毒死蜱的 2 级污染指数样本比率为 8.2%, 其中 3 种农药的污染风险较其他农药要高。百菌清等 15 种农药的 SPI_{max} 均 < 0.1 , 均在 1 级安全水平。

3.3 四市十一县(市)梨产品农药残留分布情况

本研究采样点分布于河北省主要梨产区的四市十一县(市), 将各区县各点的内梅罗综合污染指数 (NCPI) 范围列于表 3 中, 同时对十一县(市)梨产品污染指数级别样本比率进行比较(见图 2)。结果表明, 十一个布点县(市)梨样品农药残留 NCPI 均未超过 1,

表 2 2013~2014 年河北省四市梨产品农药残留单项污染指数情况表
Table 2 The condition of SPI index of pears in 4 cities of Hebei province in 2013~2014

农药名称	残留量范围(mg/kg)	GB2763-2014 规定 MRLs (mg/kg)	SPI_{max}	污染指数级别样品比率		
				1 级(安全)	2 级(比较安全)	3 级(不安全)
氯氟菊酯	n.d.~0.064	0.2	0.32	90.60%	9.40%	0
三氯杀螨醇	n.d.~0.38	1	0.38	90.60%	9.40%	0
毒死蜱	n.d.~0.33	1	0.33	91.80%	8.20%	0
吡虫啉	n.d.~0.093	0.5	0.19	96.50%	3.50%	0
联苯菊酯	n.d.~0.17	0.5	0.34	96.50%	3.50%	0
克百威	n.d.~0.0031	0.02	0.15	98.80%	1.20%	0
氯氟菊酯	n.d.~0.22	2	0.11	98.80%	1.20%	0
烯啶醇	n.d.~0.024	0.1	0.24	98.80%	1.20%	0
氧乐果	n.d.~0.0026	0.02	0.13	98.80%	1.20%	0
百菌清	n.d.~0.052	1	0.053	100%	0	0
苯醚甲环唑	n.d.~0.010	0.5	0.02	100%	0	0
丙环唑	n.d.~0.0020	0.1(苹果)	0.02	100%	0	0
哒螨灵	n.d.~0.0051	2(苹果)	0.0025	100%	0	0
啶虫脒	n.d.~0.11	2	0.055	100%	0	0
多菌灵	n.d.~0.074	3	0.025	100%	0	0
甲基硫菌灵	n.d.~0.049	3(苹果)	0.016	100%	0	0
甲氰菊酯	n.d.~0.012	5	0.0023	100%	0	0
腈菌唑	n.d.~0.0034	0.5	0.0068	100%	0	0
硫丹	n.d.~0.011	1*	0.011	100%	0	0
啉菌酯	n.d.~0.042	1(芒果)	0.042	100%	0	0
灭多威	n.d.~0.0064	2(苹果)	0.0032	100%	0	0
氰戊菊酯	n.d.~0.044	1	0.044	100%	0	0
噻嗪酮	n.d.~0.0035	0.5(柠檬)	0.007	100%	0	0
溴螨酯	n.d.~0.0019	2	0.00097	100%	0	0

*n.d. 未检出

表3 2013~2014年河北省四市十一县(市)梨产品农药残留综合污染指数情况表
Table 3 The condition of NCPI index of pears in 4 cities of Hebei province in 2013~2014

城市	县(市)	NCPI 范围	污染指数级别的样品数		
			1级(安全)	2级(比较安全)	3级(不安全)
沧州市	泊头市	0.0020~0.075	5	0	0
	河间市	0.0060~0.23	3	2	0
	肃宁县	0.053~0.24	2	3	0
衡水市	阜城县	0.0062~0.17	3	2	0
	饶阳县	0.010~0.24	9	1	0
	深州市	0.0046~0.27	3	2	0
石家庄市	藁城市	0.0021~0.11	9	1	0
	晋州市	0.0048~0.14	9	1	0
	辛集市	0.00943~0.19	8	2	0
	赵县	0.0026~0.056	10	0	0
邢台市	宁晋县	0.0019~0.21	7	3	0

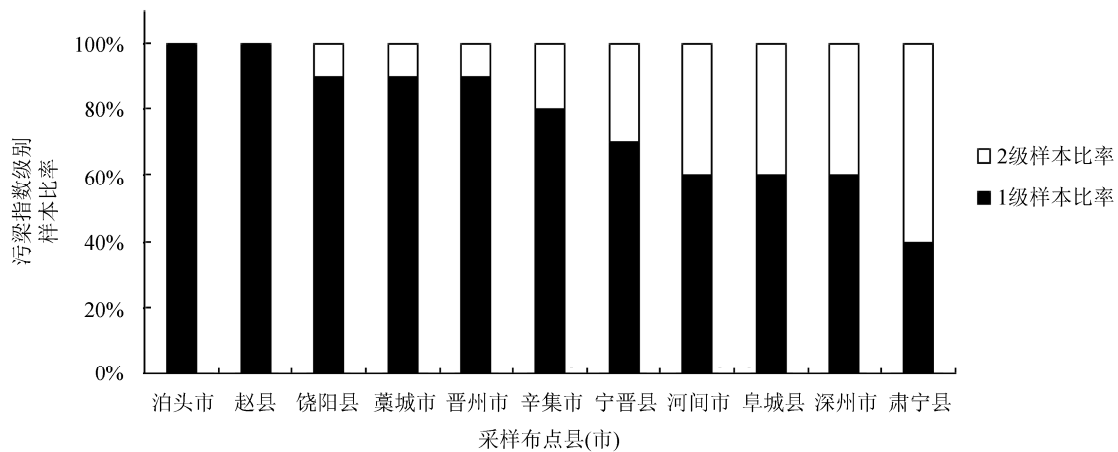


图2 2013~2014年河北省四市十一县(市)梨产品污染指数级别样本比率比较

Fig. 2 The comparison of simple rate of NCPI of pesticide residues of pears in 4 cities of Hebei province in 2013~2014

表明抽样区域的梨产品农药残留均处于安全范围内。对布点县(市)进行比较发现,肃宁县和宁晋县均有3个频次的样品NCPI在0.1~1之间,风险水平相对其他县(市)样品要高。赵县和泊头市等地的梨样品农药残留NCPI均在0.1以下,风险水平均较低。NCPI值最大的样品为深州市的梨样品,达0.27,而赵县10个样品的NCPI值均0.056。从图2进一步明确,肃宁县的2级污染指数样本比率最高,达60%,其次为深州市、阜城县和河间市,三地的2级污染指数样本比率均为40%,其他县市的1级污染指数样本比率占比均较高。因此,肃宁等4县(市)应列为梨产品农药残留风险重点关注区域。

4 讨论

自2006年《农产品质量安全法》实施以来,我国逐渐开展了系统性的农产品质量安全风险评估研究工作,其中包括2013年启动的国家果品质量安全风险评估重大项目。作为我国梨的第一大产区,河北省梨产品是果品质量安全风险评估的重点对象。本研究对梨产品的农药残留调查涵盖河北省四个地级市即沧州、衡水、石家庄、邢台的十一个县(市)共85个果园,分析了110种农药残留状况。连续两年的农药残留调查结果表明,未发现农药残留超标样品,无论是单项污染指数还是产地综合污染指数,均在安

全范围,说明调查区域的梨产品农药残留风险整体处于较低水平。有机氯农药和有机磷农药的检出种类占比较低,一定程度上说明河北梨产业在利用拟除虫菊酯类农药代替有机磷农药工作进展的有效性。但所有梨样品均检出农药残留,农药检出率为 100%。梨农为防治梨树病虫害,大量使用多菌灵、吡虫啉等杀菌剂杀虫剂,因而导致农药残留检出率高。多菌灵是一种广谱性杀菌剂,其作用机制是通过干扰病原菌有丝分裂中纺锤体的形成以影响细胞分裂,从而起到杀菌作用^[14-16]。吡虫啉属于烟碱类超高效杀虫剂,其作用机制是作为烟碱乙酰胆碱酯酶受体的作用体,干扰害虫运动神经系统使化学信号传递失灵^[17,18]。尽管两种农药对人畜的毒性不高,但长期暴露导致的慢性风险仍然不可忽视,因此作为检出率最高的两大农药,多菌灵和吡虫啉应列为重点关注的农药残留风险因子。部分果农在施用农药时不考虑农药是否禁限用、是否在梨树上登记、病虫害爆发规律、农药间隔期等因素,检测出禁用农药克百威,因此农业部门应加强农业投入品的监管,重点防范违规投入品流入农资市场。

此次布点的 11 个县(市)中,石家庄赵县的 10 个样品均被评定为 1 级(安全),其他石家庄下辖的区域如藁城市、晋州市、辛集市、赵县的 1 级样品比率总体也都较高。

本研究检出的 24 种农药安全评定以 2014 年新公布的国家标准 GB 2763-2014《食品中农药最大残留限量》为依据,其中丙环唑、哒螨灵、甲基硫菌灵、啉菌酯、灭多威、噻嗪酮仍然缺少关于梨的最大残留限量标准,不利于对产品质量安全进行科学准确的风险评估,因此我国现行标准中对梨产品中的一些潜在风险因子的最大残留限量制定工作尚需进一步完善,且在农药残留风险评估、限量标准建设以及与国际标准接轨方面仍然需要开展大量工作^[19,20]。

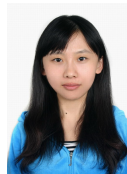
参考文献

- [1] 李志鑫, 聂继云, 李静, 等. 梨产业发展分析与建议[J]. 中国南方果树, 2014, 43(5): 144-147.
Li ZX, Nie JY, Li J, *et al.* Analysis and suggestions on pear industry development [J]. South China Fruit, 2014, 43(5): 144-147.
- [2] 中华人民共和国国家统计局. 年度数据 [DB]. <http://data.stats.gov.cn/workspace/index?m=hgnd>
National Bureau of Statistics of the People's Republic of China. National data [DB]. <http://data.stats.gov.cn/workspace/index?m=hgnd>
- [3] 刘辉丽, 田利琪, 王帅帅, 等. 河北省梨产业现状及发展对策[J]. 中国果树, 2013, 5(3): 82-84.
Liu HL, Tian LQ, Wang SS, *et al.* Current status and development countermeasures of Hebei pear industry [J]. China Fruit, 2013, 5(3): 82-84.
- [4] 赵鑫. 河北省梨产业发展研究[D]. 河北: 河北农业大学, 2012
Zhao X. Research on pear industry development of Hebei [D]. Hebei: Agricultural University of Hebei, 2012.
- [5] 刘金哲, 刘杏访, 郑丽锦. 梨树常见病虫害的发生与防治[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.
- [6] 蔡玉红, 牛红红, 孟繁磊, 等. 对农产品中农药残留风险评估的初步认识[J]. 农业与技术, 2013, 33(8): 16.
Cai YH, Niu HH, Meng FL, *et al.* The preliminary understanding of the risk estimate of pesticide residues in agricultural products [J]. Agric Technol, 2013, 33(8): 16.
- [7] 河北省统计局. 河北农村统计年鉴 2013[R]. 中国统计出版社, 2014.
Hebei Provincial Bureau of Statistics. Counties' yearbook of Hebei in 2013 [R]. China Statistics Press, 2014.
- [8] 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]
- [9] GB/T 20769-2008 水果和蔬菜中 450 种农兽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 Method for determination of 450 pesticides and related chemical residues in fruits and vegetables-LC-MS method [S].
- [10] GB 2763-2014 食品安全国家标准 食品中农药最大残留限量 [S].
GB 2763-2014 National food safety standard- maximum residue limits for pesticides in food [S].
- [11] 梁俊, 赵政阳, 樊明涛, 等. 陕西苹果主产区果实农药残留水平及其评价[J]. 园艺学报, 2007, 34(5): 1123-1128.
Liang J, Zhao ZY, Fan MT, *et al.* Monitoring and evaluation of apple pesticide residues in Shaanxi [J]. Acta Horti Sin, 2007, 34(5): 1123-1128.
- [12] 朱朝云, 王铁宇, 徐笠, 等. 农药企业场地土壤重金属污染状

- 况及风险评价[J]. 中国人口·资源与环境, 2013, 23(4): 67-72.
- Zhu CY, Wang TY, Xu L, *et al.* Contamination and risk assessment of heavy metals in soils from pesticide factory [J]. China Popul Resour Environ, 2013, 23(4): 67-72.
- [13] 中华人民共和国农业部农药检定所. 中国农药信息网 [DB/OL]. <http://www.chinapesticide.gov.cn/service.aspx/B4.aspx>
- Institute for the Control of Agrochemicals, Ministry of Agriculture, People's Republic of China. China Pesticide Information Network [DB/OL]. <http://www.chinapesticide.gov.cn/service.aspx/B4.aspx>
- [14] 高兴, 于基成, 郭乃菲, 等. 食品中多菌灵残留检测方法研究进展[J]. 食品与机械, 2010(6): 153-155.
- Gao X, Yu JC, Guo NF, *et al.* Review on the detection method of carbendazim residue in food research [J]. Food Mach, 2010, (6): 153-155.
- [15] Rajeswary S, Kumaran B, Ilangovan R, *et al.* Modulation of antioxidant defense system by the environmental fungicide carbendazim in Leydig cells of rats [J]. Reprod Toxicol, 2007, 24(3): 371-380.
- [16] Hayretdag Songur S, Kockaya A, Selmanoglu G, *et al.* Dose-dependent effects of carbendazim on rat thymus [J]. Cell Biochem Funct, 2005, 23: 457-460.
- [17] 夏晓明, 王开运, 姜兴印, 等. 吡虫啉的残留分析方法研究进展[C]. 农药与环境安全国际会议论文集, 2003: 220-226.
- Xia XM, Wang KY, Jiang XY, *et al.* Development of the residue analysis about imidacloprid [C]. Proceedings of International Symposium on Pesticide and Environmental Safety, 2003: 220-226.
- [18] Bajeer MA, Nizamani SM, Sherazi STH, *et al.* Adsorption and leaching potential of imidacloprid pesticide through alluvial soil [J]. Am J Anal Chem, 2012, 3(8): 604-611.
- [19] 粮农组织/世卫组织. 食品法典委员会程序手册第二十一版[K/OL]. (2014-3-31), <http://www.codexalimentarius.org/procedures-strategies//zh/>
- World Health Organization, Food and Agriculture Organization of the United Nations. Codex Alimentarius Commission Procedural Manual Twenty-third edition [K/OL]. (2014-3-31), <http://www.codexalimentarius.org/procedures-strategies//zh/>
- [20] 宋稳成, 单炜力, 叶纪明, 等. 国内外农药最大残留限量标准现状与发展趋势[J]. 农药学报, 2009, 11(4): 414-420.
- Song WC, Shan WL, Ye JM, *et al.* Present situation and development trend of MRLs for pesticides in and outside China [J]. Chin J Pestic Sci, 2009, 11(4): 414-420.

(责任编辑: 李振飞)

作者简介



靳欣欣, 实习研究员, 主要研究方向为农产品安全。

E-mail: jxxjxxjxx0122@qq.com



李安, 博士, 助理研究员, 主要研究方向为农产品质量安全。

E-mail: lionlian@126.com