山东主产区苹果和梨中农药残留风险因子排序

兰 丰， 王志新， 鹿泽启， 姚 杰， 姜 蔚，
柳 璇， 王春晓， 周先学， 刘传德*

（山东省烟台市农业科学研究院，农业部果品质量安全风险评估实验室（烟台），
农业部果品及苗木质量监督检验测试中心（烟台），烟台 265500）

摘要 风险排序是风险评估或管理中的重要一环，是对风险因子进行排序从而确定管控优先顺序的重要手段。2014—2015 年连续两年对山东省主产区苹果、梨进行 102 种农药残留风险监测。利用农产品质量安全风险排序系统对苹果和梨中检出的农药残留进行风险得分计算和排序。结果显示：苹果中检出 27 种农药，风险得分较高的有三唑磷、毒死蜱、氰戊菊酯、联苯菊酯、吡虫啉、戊唑醇、唑螨酯 7 种农药；梨中检出 37 种农药，风险得分从高到低分别有氧乐果、克百威、水胺硫磷、苯醚甲环唑、毒死蜱、唑螨酯、灭多威、氟硅唑 8 种农药。建议对上述风险得分较高的农药予以优先管控。

关键词 苹果； 梨； 农药残留； 风险排序

中图分类号： TQ 450 **文献标识码：** A **DOI：** 10.3969/j.issn.0529－1542.2017.03.031

Risk ranking of pesticide residues in apples and pears in Shandong Province

Lan Feng， Wang Zhixin， Lu Zeqi， Yao Jie， Jiang Wei， Liu Xuan，
Wang Chunxiao， Zhou Xianxue， Liu Chuande

（*Laboratory of Quality & Safety Risk Assessment for Fruit*（*Yantai*），*Ministry of Agriculture*，
Quality Inspection and Test Center for Fruit and Nursery Stocks，*Ministry of Agriculture*，
Yantai Academy of Agricultural Sciences in Shandong Province，*Yantai* 265500，*China*）

Abstract Risk ranking is an important part of risk assessment or management，and it is an important method for classification and priority management and control of risk factors. Residues of 102 pesticides in apples and pears from Shandong Province were detected in 2014—2015. The risk score of pesticides were computed and sorted by risk ranking system for agricultural product quality and safety. The results showed that 27 kinds of pesticides in apples were detected，and triazophos，chlorpyrifos，fenvalerate，bifenthrin，imidacloprid，tebuconazole，and fenpyroximate were of high risk score. 37 kinds of pesticides were detected in pears，and 8 kinds of pesticides with high risk scores were ranked from high to low as omethoate，carbofuran，isocarbophos，difenoconazole，chlorpyrifos，fenpyroximate，methomyl and flusilazole. It was recommended to give priority management to the above pesticides.

Key words apple； pear； pesticide residues； risk ranking

农药残留是影响果品质量安全的主要因素，受到人们的普遍关注。农产品质量安全风险评估主要目标之一是摸清生产中的主要隐患，锁定高风险危害因子，为政府进一步管控农产品质量安全提供决策依据。而风险排序是风险评估工作中的重要方法，是划分风险类别，锁定高风险因子的主要手段。国内部分学者[1-3]利用英国兽药残留委员会提出的兽药残留风险排序矩阵研究了苹果、梨、芹菜中农药残留风险因子排序，分别锁定了苹果中氧乐果、磷胺、杀扑磷等 8 种，梨中氧乐果、敌敌畏、毒死蜱等 9 种和芹菜中阿维菌素、三唑磷、毒死蜱等 5 种高风险农药。国外，Gamo 等[4]对日本环境中砷、苯等 12 种主要污染物进行风险排序，确定了氡和甲醛为高风险污染因子。Di Nica 等[5]研发了一种新的排序

收稿日期： 2016－06－03 **修订日期：** 2016－07－28
基金项目： 国家果品质量安全风险评估项目(GJFP2015002，GJFP2016003)；烟台市科技计划项目(2014NC111)
* 通信作者 E-mail：ytncpjc888@sina.com

方法 RANKVET，该方法可以应用于水体和土壤中兽药残留的风险排序。利用风险排序，锁定需重点关注的高风险因子，对提高风险预警能力，采取有针对性管控措施具有指导意义。

山东省苹果和梨从产量和品牌效应上在我国有较大影响力。从全国范围看，各主产区病虫害发生及生产管理方式差异导致了各产区需重点关注的农药残留风险因子有所不同。本文借鉴农产品质量安全风险排序系统（中国农业科学院农业质量标准与检测技术研究所版权所有）[6]对山东地区苹果和梨进行农药残留风险因子排序，锁定高风险农药残留因子，为采取优先管控措施提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 样品采集与制备

根据山东省各地区苹果和梨的产量、种植面积和市场影响力进行布点取样，2014 年至 2015 年连续两年从烟台（栖霞、招远、蓬莱、牟平、福山、龙口、莱州、莱阳）、威海（文登、荣成、乳山）、青岛（莱西）、临沂（蒙阴）、淄博（沂源）、聊城（冠县）、潍坊（寿光）9 个苹果主产区 16 个县市区抽取 100 个苹果样品，从烟台（莱阳、龙口）、滨州（阳信）、聊城（冠县）、威海（荣成）4 个梨主产区 5 个县市区抽取 60 个梨样品。样品采集后，四分法切块，混匀，匀浆后于－20℃冷冻保存待测。

1.2 农药残留检测

所用农药标准品来源于农业部环境保护科研监测所。倍硫磷、地虫硫磷等 8 种有机磷和滴滴涕、百菌清等 21 种有机氯农药采用农业部制定的标准方法（NY/T 761－2008）[7]，利用 Agilent 6890N 气相色谱仪（带 ECD 和 FPD 检测器）分析。苯醚甲环唑、杀扑磷等其余 73 种农药残留采用 GB/T 20769-2008 标准[8]，利用岛津液相色谱串联质谱仪 LCMS-8040 检测。以苹果为例，通过 0.05 mg/kg 添加回收试验（重复 5 次）检验方法的准确性和精密度，102 种农药的平均回收率（68%～117%）、相对标准偏差（1.9%～11.5%）见表 1。

表 1 102 种农药采用的标准方法、平均回收率、检出限和相对标准偏差

Table 1 Methods, recoveries, LODs and RSDs for 102 pesticides

药剂 Pesticide	检出限/% Recovery±SD	RSD/%	LOD/ mg·kg^{-1}	药剂 Pesticide	检出限/% Recovery±SD	RSD/%	LOD/ mg·kg^{-1}
倍硫磷 fenthion	96±5	3.0	0.02	灭线磷 ethoprophos	80±9	8.9	0.001
地虫硫磷 fonofos	88±7	4.6	0.02	三唑磷 triazophos	86±10	9.1	0.000 5
毒死蜱 chlorpyrifos	90±3	2.5	0.005	甲胺磷 methamidophos	87±11	9.8	0.005
对硫磷 parathion	95±4	3.0	0.01	吡虫啉 imidacloprid	92±5	7.5	0.008
甲拌磷 phorate	105±8	4.6	0.005	哒螨灵 pyridaben	96±6	7.9	0.006
甲基对硫磷 parathion-methyl	92±6	4.4	0.02	啶虫脒 acetamiprid	98±8	9.8	0.000 9
杀螟硫磷 fenitrothion	95±5	6.1	0.02	杀虫脒 chlordimeform	90±8	10.7	0.001
滴滴涕 DDT	89±8	3.2	0.000 1	多菌灵 carbendazim	80±6	8.5	0.000 5
百菌清 chlorothalonil	90±3	1.9	0.000 3	甲基硫菌灵 thiophanate-methyl	75±8	8.0	0.000 5
氟胺氰菊酯 *tau*-fluvalinate	88±4	5.6	0.000 2	噻菌灵 thiabendazole	86±8	8.5	0.000 5
氟氯氰菊酯 cyfluthrin	104±5	4.2	0.002	抗蚜威 pirimicarb	84±5	9.6	0.000 1
氟氰戊菊酯 flucythrinate	108±5	4.6	0.001	嘧霉胺 pyrimethanil	83±5	10.8	0.000 8
腐霉利 procymidone	90±6	3.2	0.002	氟硅唑 flusilazole	96±4	8.2	0.000 5
甲氰菊酯 fenpropathrin	90±6	4.1	0.002	抑霉唑 imazalil	98±9	9.4	0.001
联苯菊酯 bifenthrin	108±4	3.6	0.000 6	噻螨酮 hexythiazox	105±8	8.6	0.01
硫丹 endosulfan	89±5	5.0	0.000 3	噻嗪酮 buprofezin	84±7	8.9	0.001
六六六 hexachlorocyclohexane (HCH)	95±5	4.4	0.000 1	咪鲜胺 prochloraz	89±8	10.5	0.001
氯氟氰菊酯 cyhalothrin	79±6	3.5	0.002	戊唑醇 tebuconazole	81±3	7.5	0.002
氯菊酯 permethrin	85±6	3.8	0.001	烯唑醇 diniconazole	96±5	5.8	0.001
氯氰菊酯 cypermethrin	80±7	3.7	0.003	四螨嗪 clofentezine	99±5	4.2	0.000 5
氰戊菊酯 fenvalerate	81±4	4.2	0.002	烯酰吗啉 dimethomorph	108±8	4.6	0.000 9
三氯杀螨醇 dicofol	78±6	4.0	0.000 8	唑螨酯 fenpyroximate	104±9	7.8	0.001
五氯硝基苯 quintozene	91±4	3.8	0.000 2	氯唑磷 isazofos	108±9	9.5	0.000 09
溴氰菊酯 deltamethrin	88±4	3.4	0.001	腈苯唑 fenbuconazole	110±7	10.1	0.001
乙烯菌核利 vinclozolin	91±5	6.1	0.000 4	腈菌唑 myclobutanil	104±7	10.5	0.000 5
异菌脲 iprodione	78±5	5.2	0.001	氟虫脲 flufenoxuron	90±6	8.1	0.001

续表 1　Table 1(Continued)

药剂 Pesticide	检出限/% Recovery±SD	RSD/%	LOD/ mg·kg^{-1}	药剂 Pesticide	检出限/% Recovery±SD	RSD/%	LOD/ mg·kg^{-1}
克菌丹 captan	75±6	7.9	0.04	甲霜灵 metalaxyl	84±4	4.1	0.000 6
溴螨酯 bromopropylate	80±6	5.0	0.01	灭幼脲 chlorbenzuron	89±4	6.5	0.009
苯醚甲环唑 difenoconazole	78±8	8.6	0.008	除虫脲 diflubenzuron	84±4	6.0	0.009
杀扑磷 methidathion	84±9	9.1	0.005	螺螨酯 spirodiclofen	96±6	7.8	0.006
水胺硫磷 isocarbophos	88±8	7.8	0.01	虫酰肼 tebufenozide	86±6	7.5	0.01
特丁硫磷 terbufos	96±10	7.5	0.01	氟铃脲 hexaflumuron	81±7	8.0	0.01
三唑酮 triadimefon	81±8	8.2	0.005	杀铃脲 triflumuron	84±8	8.1	0.005
亚胺硫磷 phosmet	77±9	8.9	0.01	甲维盐 emamectin benzoate	98±7	6.3	0.000 1
磷胺 phosphamidon	86±10	8.5	0.001	丙环唑 propiconazole	89±9	7.9	0.001
氧乐果 omethoate	82±11	8.6	0.006	噻虫嗪 thiamethoxam	85±9	8.1	0.01
乙酰甲胺磷 acephate	80±8	9.0	0.005	肟菌酯 trifloxystrobin	86±10	8.9	0.001
蝇毒磷 coumaphos	91±10	9.8	0.000 9	霜脲氰 cymoxanil	79±10	10.8	0.02
治螟磷 sulfotep	92±10	8.9	0.001	辛硫磷 phoxim	80±9	8.9	0.02
丙溴磷 profenofos	95±7	8.6	0.001	丁硫克百威 carbosulfan	88±9	8.1	0.000 1
稻丰散 phenthoate	98±9	8.0	0.000 9	嘧菌酯 azoxystrobin	90±5	3.1	0.000 1
敌百虫 trichlorfon	89±9	9.8	0.000 6	氟虫腈 fipronil	95±8	5.9	0.000 8
敌敌畏 dichlorvos	88±8	10.1	0.000 5	甲萘威 carbaryl	97±9	8.5	0.003
伏杀硫磷 phosalone	93±9	11.5	0.018	克百威 carbofuran	85±9	9.1	0.008
甲基异柳磷 isofenphos-methyl	86±9	10.8	0.005	灭多威 methomyl	81±7	5.0	0.006
久效磷 monocrotophos	87±7	9.8	0.01	涕灭威 aldicarb	86±8	9.6	0.01
喹硫磷 quinalphos	92±6	9.0	0.001	涕灭威砜 aldicarb-sulfone	80±10	10.5	0.01
乐果 dimethoate	80±8	8.6	0.005	涕灭威亚砜 aldicarb sulfoxide	87±9	9.5	0.01
硫环磷 phosfolan	83±9	8.9	0.000 8	3-羟基克百威 3- hydroxy carbofuran	79±7	9.1	0.01
马拉硫磷 malathion	87±10	8.0	0.003	速灭威 metolcarb	84±5	5.4	0.009
二嗪磷 diazinon	89±8	7.9	0.0005	异丙威 isoprocarb	90±5	5.0	0.001

1.3　风险排序

风险排序各指标的赋分标准(表 2)借鉴农产品质量安全风险排序系统和聂继云等[1]报道的赋值标准。风险得分的计算(公式 1)是农产品质量安全风险排序系统的核心部分,最初是由英国兽残委员会提出的[9]。农药的毒性分类采用世界卫生组织推荐的基于农药的急性经口和经皮 LD_{50} 值划分的农药危害分级标准,分为Ⅲ级、Ⅱ级、Ⅱb 级和Ⅰa 级四类,各农药具体毒性类别从国际理论(化学)与应用化学联合会(IUPAC)中关于 WHO 对农药毒性的分类中查询[10]。毒效是基于各农药的 ADI 值(acceptable daily intake 每日容许摄入量)评判。农药残留水平见表 3、表 4。农药使用频率根据公式(2)计算。

$$S = (A + B) \times (C + D + E + F) \quad 公式(1)$$

$$D = \frac{T}{P} \times 100 \quad 公式(2)$$

式中,S 为风险得分;A 为毒性分值;B 为毒效分值;C 为苹果/梨膳食比例分值;D 为农药使用频率分值;E 为高暴露人群分值;F 为残留水平分值;P 为果实生育期(苹果/梨从开花到成熟经历的时间,单位 d);T 为果实生育期内使用某农药的次数。

表 2　风险排序指标赋分标准

Table 2　Score of 6 indices for risk ranking

类别 Class	毒性(A) Toxicity	赋值 Score	毒效(B)/μg·(kg·d)$^{-1}$ Potency	赋值 Score	膳食比例(C)/% Dietary proportion	赋值 Score	使用频率(D)/% Dosing frequency	赋值 Score	高暴露人群(E) High exposure group	赋值 Score	残留水平(F) Residue level	赋值 Score
1	低毒Ⅲ级	2	>10	0	<2.5	0	<2.5	0	无	0	ND	0
2	中毒Ⅱ级	3	>0.1～10	1	≥2.5～20	1	≥2.5～20	1	不太可能	1	<MRL	1
3	高毒Ⅰb 级	4	>0.001～0.1	2	>20～50	2	>20～50	2	有可能	2	≥1MRL～10MRL	2
4	剧毒Ⅰa 级	5	≤0.001	3	>50～100	3	>50～100	3	无相关数据	3	>10MRL	3

表 3 苹果中 27 种农药残留水平及毒性、毒效得分

Table 3 Residue levels, toxicity and potency of 27 pesticides in apples

农药 Pesticide	毒性得分 Toxicity	毒效得分 Potency	残留水平/ mg·kg^{-1} Residue level	最大残留限量/mg·kg^{-1} MRLs
肟菌酯 trifloxystrobin	2	0	0.000 67～0.006 2	0.7
三唑磷 triazophos	4	1	0.021	0.2
噻虫嗪 thiamethoxam	3	0	0.004 0	0.2(美国)
虫酰肼 tebufenozide	2	0	0.005 4～0.027	1.0
戊唑醇 tebuconazole	3	0	0.004 4～0.17	2.0
螺螨酯 spirodiclofen	2	1	0.000 8～0.002 8	0.8(CAC)
哒螨灵 pyridaben	3	1	0.000 7～0.004 6	2.0
多效唑 paclobutrazol	3	0	0.003 0～0.011	0.5
灭多威 methomyl	4	0	0.001 0～0.002 5	2.0
马拉硫磷 malathion	2	0	0.005 8～0.014	2.0
吡虫啉 imidacloprid	3	0	0.002 8～0.007 6	0.5
噻螨酮 hexythiazox	2	0	0.001 8	0.5
唑螨酯 fenpyroximate	3	1	0.001～0.020	0.3
苯醚甲环唑 difenoconazole	3	1	0.003 7～0.014	0.5
毒死蜱 chlorpyrifos	3	1	0.001 6～0.056	1.0
多菌灵 carbendazim	2	0	0.000 2～2.17	3.0
噻嗪酮 buprofezin	2	1	0.000 78～0.003 5	3.0(CAC)
啶虫脒 acetamiprid	3	0	0.000 50～0.050	0.8
杀铃脲 triflumuron	2	0	0.006 4	0.1
异菌脲 iprodione	2	0	0.001 1～0.085	5.0
氯氟氰菊酯 cyhalothrin	3	0	0.000 70～0.003 9	0.2
氰戊菊酯 fenvalerate	3	0	0.003 7～0.007 3	1.0
氯氰菊酯 cypermethrin	3	0	0.002 3～0.032	2.0
烯酰吗啉 dimethomorph	2	0	0.008 5～0.009 5	0.05 暂定
灭幼脲 chlorbenzuron	2	0	0.30～0.51	—
联苯菊酯 bifenthrin	3	1	0.009 4～0.010	0.5
氟铃脲 hexaflumuron	2	0	0.007 0～0.034	0.5(日本)

表 4 梨中 37 种农药残留水平及毒性、毒效得分

Table 4 Residue levels, toxicity and potency of 37 pesticides in pears

农药 Pesticide	毒性得分 Toxicity	毒效得分 Potency	残留水平/ mg·kg^{-1} Residue level	最大残留限量/ mg·kg^{-1} MRLs
虫酰肼 Tebufenozide	2	0	0.002 0～0.016	1.0
戊唑醇 tebuconazole	3	0	0.001 0～0.63	0.5
螺螨酯 spirodiclofen	2	1	0.001 0～0.066	2.0(日本)
哒螨灵 pyridaben	3	1	0.000 30～0.003 1	2.0
辛硫磷 phoxim	3	1	0.003 3	0.05
腈菌唑 myclobutanil	3	0	0.003 7～0.094	0.5
灭多威 methomyl	4	0	0.000 62～0.30	0.3(CAC)
甲霜灵 metalaxyl	3	0	0.000 40～0.001 1	1.0
吡虫啉 imidacloprid	3	0	0.000 50～0.25	0.5
氟硅唑 flusilazole	3	1	0.000 50～0.029	0.2
唑螨酯 fenpyroximate	3	1	0.000 40～0.007 2	0.3(欧盟)
克百威 carbofuran	4	1	0.000 57～0.54	0.02
苯醚甲环唑 difenoconazole	3	1	0.000 50～0.16	0.5
毒死蜱 chlorpyrifos	3	1	0.002 2～0.54	1.0
多菌灵 carbendazim	2	0	0.000 40～2.15	3.0
噻嗪酮 buprofezin	2	1	0.000 40～0.038	6.0(CAC)
嘧菌酯 azoxystrobin	2	0	0.003 3～0.008 2	2.0(日本)
啶虫脒 acetamiprid	3	0	0.000 20～0.62	2.0
异菌脲 iprodione	2	0	0.003 5	5.0
氯氟氰菊酯 cyhalothrin	3	0	0.002 8～0.015	0.2
硫丹 endosulfan	3	1	0.001 5～0.091	1.0
氯氰菊酯 cypermethrin	3	0	0.007 1～0.094	2.0

续表 4　Table 4(Continued)

农药 Pesticide	毒性得分 Toxicity	毒效得分 Potency	残留水平/ mg·kg^{-1} Residue level	最大残留限量/ mg·kg^{-1} MRLs
腐霉利 procymidone	2	0	0.013	1.0(CAC)
灭幼脲 chlorbenzuron	2	0	0.001 5～0.12	—
吡唑醚菌酯 pyraclostrobin	2	0	0.032～0.044	0.3(欧盟)
水胺硫磷 isocarbophos	4	1	0.018～0.021	0.01
阿维菌素 abamectin	3	1	0.002 5	0.02
烯唑醇 diniconazole	3	1	0.012～0.013	0.1
氧乐果 omethoate	4	1	0.21～0.39	0.02
氟铃脲 hexaflumuron	2	0	0.030～0.30	0.5(日本)
杀铃脲 triflumuron	2	0	0.009 5～0.010	0.5(欧盟)
敌敌畏 dichlorvos	3	1	0.002 0～0.003 0	0.2
联苯菊酯 bifenthrin	3	1	0.021～0.022	0.5
马拉硫磷 malathion	2	0	0.003 5	2.0
咪鲜胺 prochloraz	3	1	0.017 5	0.05(欧盟)
克菌丹 captan	2	0	0.046～0.049	15
氰戊菊酯 fenvalerate	3	0	0.008 9～0.022	1.0

2　结果与分析

农药的毒性和毒效信息来源于农产品质量安全风险排序系统和 IUPAC 数据[10],其分值按赋值标准(表 2)赋予。根据文献报道[1],苹果或梨摄入量占总膳食比例为 2.5%～20%,处于膳食比例第二类(表 2),分值均为 1。本研究选择的苹果和梨均为中晚熟品种,果实生育期均在 120 d 以上。从各地实地调研的农药使用次数来看,同种农药在同一果园苹果、梨生育期内使用均未超过 3 次。因此,利用公式 2 计算得出各农药使用频率均未超过 2.5%,根据表 2 确定农药使用频率分值为 0。由于没有资料判断水果消费存在高暴露人群,此次风险排序不考虑暴露人群差异,统一赋值最高分,因此高暴露人群得分为 3。利用公式(1)对苹果中检出的 27 种农药计算风险得分,其中三唑磷、毒死蜱、氰戊菊酯、联苯菊酯、吡虫啉、戊唑醇、唑螨酯等风险得分较高(图 1)。梨中检出 37 种农药,风险得分较高的有氧乐果、克百威、水胺硫磷、苯醚甲环唑、毒死蜱、唑螨酯、灭多威、氟硅唑等(图 1)。

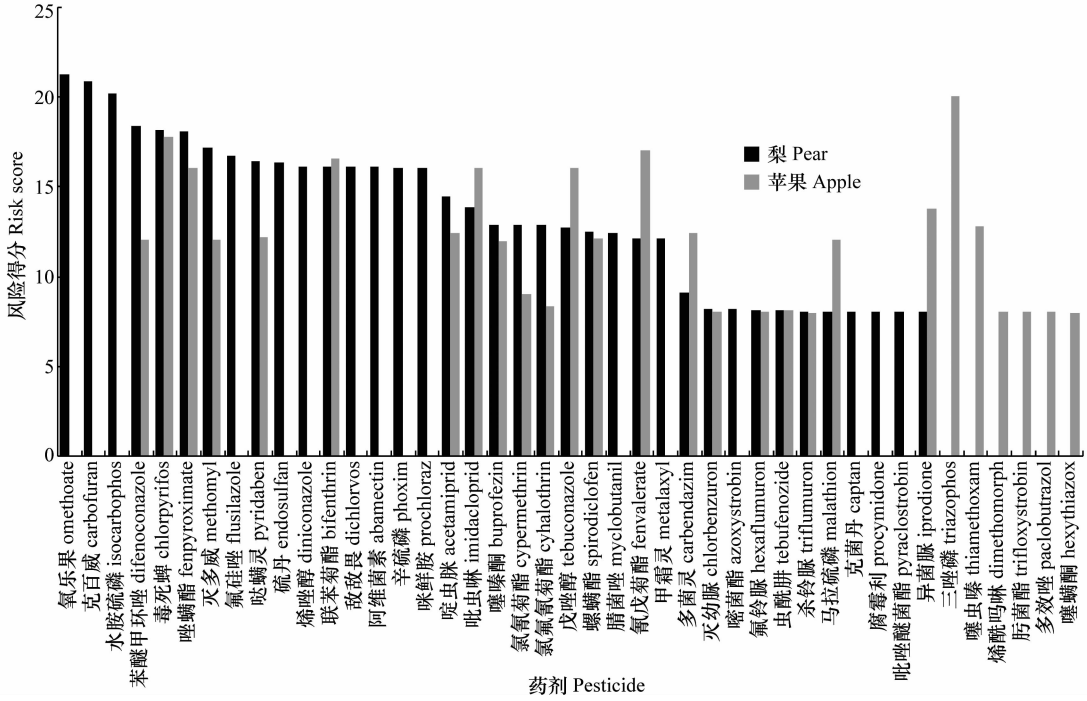

图 1　山东省主产区苹果和梨中农药残留风险得分

Fig. 1　Risk score of pesticides in apples and pears of main fruits area in Shandong Province

本研究借鉴农产品风险排序系统和英国兽残委员会提出的风险排序计算公式对山东产区苹果、梨中主要农药残留进行风险排序。苹果中风险较高的农药残留有三唑磷、毒死蜱、氰戊菊酯、联苯菊酯、吡虫啉、戊唑醇、唑螨酯 7 种；梨中风险较高的农药残留有氧乐果、克百威、水胺硫磷、苯醚甲环唑、毒死蜱、唑螨酯、灭多威、氟硅唑 8 种，建议优先管控。另外，苹果中的禁用农药灭多威和梨中的高毒农药硫丹连续两年在同一主产区检出，建议当地农业行政主管部门加强监管，持续跟踪。

3 结论与讨论

本研究 2014 年和 2015 年连续两年在山东省 16 个县市区进行取样，在苹果样品中共检出 27 种农药残留，包括 16 种杀虫剂，5 种杀螨剂，5 种杀菌剂，1 种植物生长调节剂。三唑磷、毒死蜱、氰戊菊酯、联苯菊酯、吡虫啉、戊唑醇、唑螨酯 7 种农药风险得分较高。现场调研结果：毒死蜱、氰戊菊酯、联苯菊酯、吡虫啉、戊唑醇在苹果生育期使用较普遍，各产区检出率较高，结合其较大的毒性和毒效得分，处于较高风险。虽然三唑磷检出率不高，但它属于禁用农药，毒性高，计算得出其风险处于最高水平。现场调研未发现使用禁用农药三唑磷，推测其来源可能是使用了非法隐性添加三唑磷的农药或肥料。山东省一直将三唑磷、毒死蜱、氰戊菊酯、联苯菊酯 4 种农药列为水果蔬菜风险监测参数，而吡虫啉、戊唑醇、唑螨酯尚未列入监测计划，鉴于其在苹果上风险得分较高，也应予以高度关注。

在梨中检出 21 种杀虫剂，3 种杀螨剂，13 种杀菌剂，共 37 种农药残留，得分较高的有氧乐果、克百威、水胺硫磷、苯醚甲环唑、毒死蜱、唑螨酯、灭多威、氟硅唑 8 种农药残留。现场调研了解到近两年梨产区虫害发生较重，果农有使用禁用或高毒农药的情况，如克百威、氧乐果、硫丹等，分析验证结果与前期调研基本吻合。除毒死蜱、氧乐果、克百威、水胺硫磷 4 种农药已列入例行监测参数，其余苯醚甲环唑、氟硅唑、唑螨酯、灭多威 4 种农药尚未列入监测计划，应予以优先关注。

另外，梨中高毒农药硫丹主要在鲁西地区检出，苹果中禁用农药灭多威主要在胶东地区检出，建议当地农业行政主管部门加强监督，持续跟踪。

本次风险排序选用的苹果和梨属于晚熟品种，生育期在 120 d 以上。而目前山东地区早熟苹果和梨也有不小的种植规模，其生育期在 70～90 d。如果考察早熟品种，部分农药的使用频率可能超过 2.5%，其风险得分和排序可能有所变化，使用频率高的农药风险可能增加，另外由于生育期的缩短，一些农药的残留量可能会增多，其风险相对也会上升，这是下一步需着重研究的内容。

参考文献

[1] 聂继云，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.

[2] Li Zhixia，Nie Jiyun，Yan Zhen，et al. Risk assessment and ranking of pesticide residues in Chinese pears[J]. Journal of Integrative Agriculture，2015，14(11)：2328－2339.

[3] Fang Liping，Zhang Shuqiu，Chen Zilei，et al. Risk assessment of pesticide residues in dietary intake of celery in China [J]. Regulatory Toxicology and Pharmacology，2015，73(2)：578－586.

[4] Gamo M，Oka T，Nakanishi J. Ranking the risks of 12 major environmental pollutants that occur in Japan [J]. Chemosphere，2003，53(4)：277－284.

[5] Di Nica V，Menaballi L，Azimonti G，et al. RANKVET：A new ranking method for comparing and prioritizing the environmental risk of veterinary pharmaceuticals [J]. Ecological Indicators，2015，52：270－276.

[6] 中国农业科学院农业质量标准与检测技术研究所. 农产品质量安全风险因子排序系统[DB/OL].[2016－3－9]. http://211.100.224.107:8090/agrisk/.

[7] 中华人民共和国农业部. 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]. 北京：中国标准出版社，2008.

[8] 中华人民共和国质量监督检验检疫总局，中国国家标准化管理委员会. 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]. 北京：中国标准出版社，2009.

[9] The Veterinary Residues Committee. The veterinary residues committee-matrix ranking subgroup [EB/OL]. 2013－09－04，VMD http://www.vmd.defra.gov.uk/VRC/pdf/papers/2013/vrc1334.pdf.

[10] International Union of Pure and Applied Chemistry(IUPAC). The PPDB Pesticide Properties Database [DB/OL].[2016－03－05]. http://sitem.herts.ac.uk/aeru/iupac/index.htm.

（责任编辑：杨明丽）