

国家科技支撑计划项目 (2012BAD29B01)



庞国芳 等 著

中国市售水果蔬菜 农药残留报告 (2012 ~ 2015) (华中卷)

 科学出版社

国家科技支撑计划项目 (2012BAD29B01)

中国市售水果蔬菜 农药残留报告 (2012 ~ 2015) (华中卷)

庞国芳 等 著

 科学出版社

内 容 简 介

《中国市售水果蔬菜农药残留报告》共分8卷:华北卷(北京市、天津市、石家庄市、太原市、呼和浩特市),东北卷(沈阳市、长春市、哈尔滨市),华东卷一(上海市、南京市、杭州市、合肥市),华东卷二(福州市、南昌市、山东10市、济南市),华中卷(郑州市、武汉市、长沙市),华南卷(广州市、深圳市、南宁市、海口市),西南卷(重庆市、成都市、贵阳市、昆明市、拉萨市)和西北卷(西安市、兰州市、西宁市、银川市、乌鲁木齐市)。

每卷包括2012~2015年市售20类131种水果蔬菜农药残留侦测报告和膳食暴露风险与预警风险评估报告。分别介绍了市售水果蔬菜样品采集情况,液相色谱-四极杆飞行时间质谱(LC-Q-TOF/MS)和气相色谱-四极杆飞行时间质谱(GC-Q-TOF/MS)农药残留检测结果,农药残留分布情况,农药残留检出水平与最大残留限量(MRL)标准对比分析,以及农药残留膳食暴露风险评估与预警风险评估结果。

本书对从事农产品安全生产、农药科学管理与施用,食品安全研究与管理的相关人员具有重要参考价值,同时可供高等院校食品安全与质量检测等相关专业的师生参考,对于广大消费者也可从中获取健康饮食的裨益。

图书在版编目(CIP)数据

中国市售水果蔬菜农药残留报告. 2012~2015. 华中卷 / 庞国芳等著. —北京: 科学出版社, 2018.1

国家科技支撑计划项目

ISBN 978-7-03-056385-9

I. ①中… II. ①庞… III. ①水果-农药残留物-研究报告-中国-2012-2015 ②蔬菜-农药残留物-研究报告-中国-2012-2015 IV. ①X592

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 008218 号

责任编辑: 杨 震 刘 冉/责任校对: 韩 杨

责任印制: 肖 兴/封面设计: 北京图阅盛世

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100717

http://www.sciencep.com

北京画中画印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2018年1月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2018年1月第一次印刷 印张: 25

字数: 590 000

定价: 199.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

中国市售水果蔬菜农药残留报告（2012~2015）

（华中卷）

编 委 会

主 编：庞国芳

副主编：范春林 梁淑轩 申世刚 李 慧

白若镔 郭 平

编 委：（按姓名汉语拼音排序）

白若镔 曹新悦 陈 谊 范春林

盖丽娟 郭 平 李 慧 李晓颖

梁淑轩 庞国芳 申世刚 孙悦红

万建春 王志斌 徐建中

序

据世界卫生组织统计,全世界每年至少发生 50 万例农药中毒事件,死亡 11.5 万人,85%以上的癌症、80 余种疾病与农药残留有关。为此,世界各国均制定了严格的食品标准,对不同农产品设置了农药最大残留限量(MRL)标准。我国于 2017 年 6 月实施的《食品安全国家标准 食品中农药最大残留限量》(GB 2763—2016)规定了食品中 433 种农药的 4140 项最大残留限量标准;欧盟、美国和日本等发达国家和地区分别制定了 162248 项、39147 项和 51600 项的农药最大残留限量标准。作为农业大国,我国是世界上农药生产和使用最多的国家。据《中国统计年鉴》数据统计,2000~2015 年我国化学农药原药产量从 60 万吨/年增加到 374 万吨/年,农药化学污染物已经是当前食品安全源头污染的主要来源之一。

因此,深受广大消费者及政府相关部门关注的各种问题也随之而来:我国“菜篮子”的农药残留污染状况和风险水平到底如何?我国农产品农药残留水平是否影响我国农产品走向国际市场?这些看似简单实则是难度相当大的问题,涉及农药的科学管理与施用,食品农产品的安全监管,农药残留检测技术标准以及资源保障等多方面因素。

可喜的是,此次由庞国芳院士科研团队承担完成的“国家科技支撑计划项目(2012BAD29B01)”研究成果之一《中国市售水果蔬菜农药残留报告》(以下简称《报告》),对上述问题给出了全面、深入、直观的答案,为形成我国农药残留监控体系提供了海量的科学数据支撑。

该《报告》包括水果蔬菜农药残留侦测报告和水果蔬菜农药残留膳食暴露风险与预警风险评估报告两大重点内容。其中,“水果蔬菜农药残留侦测报告”是庞国芳院士科研团队利用他们所取得的具有国际领先水平的多元融合技术,包括高通量非靶向农药残留侦测技术、农药残留侦测数据智能分析及残留侦测结果可视化等研究成果,对采自我国 42 个城市 851 个采样点的 22374 例 131 种市售水果蔬菜进行非靶向目标物农药残留侦测的结果汇总;同时,解决了数据维度多、数据关系复杂、数据分析要求高等技术难题,运用自主研发的海量数据智能分析软件,深入比较分析了农药残留侦测数据结果,初步普查了我国主要城市水果蔬菜农药残留的“家底”。而“水果蔬菜农药残留膳食暴露风险与预警风险评估报告”则在上述农药残留侦测数据的基础上,利用食品安全指数模型和风险系数模型,结合农药残留水平、特性、致害效应,进行系统的农药残留风险评价,最终给出了我国主要城市市售水果蔬菜农药残留的膳食暴露风险和预警风险结论。

该《报告》包含了海量的农药残留侦测结果和相关信息,数据准确、真实可靠,具有以下几个特点:

第一,样品采集具有代表性。侦测地域范围覆盖全国除港澳台以外省级行政区的 42 个城市(包括 4 个直辖市、27 个省会城市、11 个水果蔬菜主产区城市的 284 个区县)的 851 个采样点。随机从超市或农贸市场采集样品 22000 多批。样品采样地覆盖全国 25% 人口的生活区域,具有代表性。

第二，紧扣国家标准反映市场真实情况。侦测所涉及的水果蔬菜样品种类覆盖范围达到 20 类 131 种，其中 85% 属于国家农药最大残留限量标准列明品种，彰显了方法的普遍适用性，反映了市场的真实情况。

第三，检测过程遵循统一性和科学性原则。所有侦测数据来源于 10 个网络联盟实验室按“五统一”规范操作（统一采样标准、统一制样技术、统一检测方法、统一格式数据上传、统一模式统计分析报告）全封闭运行，保障数据的准确性、统一性、完整性、安全性和可靠性。

第四，农残数据分析与评价的自动化。充分运用互联网的智能化技术，实现从农产品、农药残留、地域、农药残留最高限量标准等多维度的自动统计和综合评价与预警。

第五，呈现方式的直观可视化。通过高分辨质谱-互联网技术-数据科学/地理信息系统（GIS）三元融合技术，将农药残留数据与地理数据相关联，可以像气象预报一样，实现农药残留的在线可视化预警。

总之，该《报告》数据庞大，信息丰富，内容翔实，图文并茂，直观易懂。它的出版，将有助于广大读者全面了解我国主要城市市售水果蔬菜农药残留的现状、动态变化及风险水平。这对于全面认识我国水果蔬菜食用安全水平、掌握各种农药残留对人体健康的影响，具有十分重要的理论价值和实用意义。

该书适合政府监管部门、食品安全专家、农产品生产和经营者以及广大消费者等各类人员阅读参考，其受众之广、影响之大是该领域内前所未有的，值得大家高度关注。



2017 年 12 月 28 日

前 言

食品是人类生存和发展的基本物质基础,食品安全是全球的重大民生问题,也是世界各国目前所面临的共同难题,而食品中农药残留问题是引发食品安全事件的重要因素,也一直是备受关注的焦点问题。目前,世界上常用的农药种类超过 1000 种,而且不断地有新的农药被研发和应用,农药残留在对人类身体健康和生存环境造成新的潜在危害的同时,也给农药残留的检测技术、监控手段和风险评估能力提出了更高的要求 and 全新的挑战。

为解决上述难题,作者团队此前一直围绕世界常用的 1200 多种农药和化学污染物展开多学科合作研究,例如,采用高分辨质谱技术开展无需实物标准品的高通量非靶向农药残留筛查技术研究;运用互联网技术与数据科学理论对海量农药残留监测数据的自动采集和智能分析研究;引入网络地理信息系统(Web-GIS)技术用于农药残留监测结果的空间可视化研究;等等。与此同时,对这些前沿及主流技术进行多元融合研究,在农药残留检测技术、农药残留数据智能分析及结果可视化等多个方面取得了原创性突破,实现了农药残留监测技术信息化、监测大数据处理智能化、风险溯源可视化。这些创新研究成果已整理成专著另行出版。

《中国市售水果蔬菜农药残留报告》(以下简称《报告》),是上述多项研究成果综合应用于我国农产品农药残留监测与风险评估的科学报告。为了真实反映我国百姓餐桌上水果蔬菜中农药残留污染状况以及残留农药的相关风险,在 2012~2015 年期间,作者团队采用液相色谱-四极杆飞行时间质谱(LC-Q-TOF/MS)及气相色谱-四极杆飞行时间质谱(GC-Q-TOF/MS)两种高分辨质谱技术,从全国 42 个城市(包括 27 个省会、4 个直辖市及 11 个水果蔬菜主产区城市)851 个采样点(包括超市及农贸市场等)随机采集了 20 类 131 种市售水果蔬菜(其中 85%属于国家农药最大残留限量标准列明品种)22374 例进行了非靶向农药残留筛查,初步摸清了这些城市市售水果蔬菜农药残留的“家底”,形成了 2012~2015 年全国重点城市市售水果蔬菜农药残留监测报告。在此基础上,运用食品安全指数模型和风险系数模型,开发了风险评价应用程序,对上述水果蔬菜农药残留分别开展膳食暴露风险评估和预警风险评估,形成了 2012~2015 年全国重点城市市售水果蔬菜农药残留膳食暴露风险与预警风险评估报告。现将这两大报告整理成书,以飨读者。

为了便于查阅,本次出版的《报告》按我国自然地理区域共分为八卷:华北卷(北京市、天津市、石家庄市、太原市、呼和浩特市),东北卷(沈阳市、长春市、哈尔滨市),华东卷一(上海市、南京市、杭州市、合肥市),华东卷二(福州市、南昌市、山东 10 市、济南市),华中卷(郑州市、武汉市、长沙市),华南卷(广州市、深圳市、南宁市、海口市),西南卷(重庆市、成都市、贵阳市、昆明市、拉萨市)和西北卷(西安市、兰州市、西宁市、银川市、乌鲁木齐市)。

《报告》的每一卷内容均采用统一的结构和方式进行叙述,对每个城市的市售水果

蔬菜农药残留状况和风险评估结果均按照 LC-Q-TOF/MS 及 GC-Q-TOF/MS 两种技术分别阐述。主要包括以下几方面内容: ①每个城市的样品采集情况与农药残留监测结果; ②每个城市的农药残留检出水平与最大残留限量 (MRL) 标准对比分析; ③每个城市的水果蔬菜中农药残留分布情况; ④每个城市水果蔬菜农药残留报告的初步结论; ⑤农药残留风险评估方法及风险评价应用程序的开发; ⑥每个城市的水果蔬菜农药残留膳食暴露风险评估; ⑦每个城市的水果蔬菜农药残留预警风险评估; ⑧每个城市水果蔬菜农药残留风险评估结论与建议。

本《报告》是我国“十二五”国家科技支撑计划项目 (2012BAD29B01) 的研究成果之一。它紧扣国家“十三五”规划纲要“第十八章 增强农产品安全保障能力”和“第六十章 推进健康中国建设”的主题, 该项研究成果可在这些领域的发展中发挥重要的技术支撑作用。

本《报告》对从事农产品安全生产、农药科学管理与施用、食品安全研究与管理的相关人员具有重要参考价值, 同时可供高等院校食品安全与质量检测等相关专业的师生参考, 广大消费者也可从中获取健康饮食的裨益。

由于作者水平有限, 书中不妥之处在所难免, 恳请广大读者批评指正。



2017 年 12 月 28 日

缩 略 语 表

ADI	allowable daily intake	每日允许最大摄入量
CAC	Codex Alimentarius Commission	国际食品法典委员会
CCPR	Codex Committee on Pesticide Residues	农药残留法典委员会
FAO	Food and Agriculture Organization	联合国粮食及农业组织
GAP	Good Agricultural Practices	农业良好管理规范
GC-Q-TOF/MS	gas chromatograph/quadrupole time-of-flight mass spectrometry	气相色谱-四极杆飞行时间质谱
GEMS	Global Environmental Monitoring System	全球环境监测系统
IFS	index of food safety	食品安全指数
JECFA	Joint FAO/WHO Expert Committee on Food and Additives	FAO、WHO 食品添加剂联合专家委员会
JMPR	Joint FAO/WHO Meeting on Pesticide Residues	FAO、WHO 农药残留联合会议
LC-Q-TOF/MS	liquid chromatograph/quadrupole time-of-flight mass spectrometry	液相色谱-四极杆飞行时间质谱
MRL	maximum residue limit	最大残留限量
<i>R</i>	risk index	风险系数
WHO	World Health Organization	世界卫生组织

凡 例

- 采样城市包括 31 个直辖市及省会城市（未含台北市、香港特别行政区和澳门特别行政区）及山东 10 市和深圳市，分成华北卷（北京市、天津市、石家庄市、太原市、呼和浩特市）、东北卷（沈阳市、长春市、哈尔滨市）、华东卷一（上海市、南京市、杭州市、合肥市）、华东卷二（福州市、南昌市、山东 10 市、济南市）、华中卷（郑州市、武汉市、长沙市）、华南卷（广州市、深圳市、南宁市、海口市）、西南卷（重庆市、成都市、贵阳市、昆明市、拉萨市）、西北卷（西安市、兰州市、西宁市、银川市、乌鲁木齐市）共 8 卷。
- 表中标注*表示剧毒农药；标注○表示高毒农药；标注▲表示禁用农药；标注 a 表示超标。
- 书中提及的附表（侦测原始数据），请扫描封底二维码，按对应城市获取。

目 录

郑 州 市

第 1 章	LC-Q-TOF/MS 侦测郑州市 433 例市售水果蔬菜样品农药残留报告	3
1.1	样品种类、数量与来源	3
1.2	农药残留检出水平与最大残留限量标准对比分析	14
1.3	水果中农药残留分布	28
1.4	蔬菜中农药残留分布	32
1.5	初步结论	38
第 2 章	LC-Q-TOF/MS 侦测郑州市市售水果蔬菜农药残留膳食暴露风险及预警风险评估	42
2.1	农药残留风险评估方法	42
2.2	郑州市果蔬农药残留膳食暴露风险评估	48
2.3	郑州市果蔬农药残留预警风险评估	55
2.4	郑州市果蔬农药残留风险评估结论与建议	62
第 3 章	GC-Q-TOF/MS 侦测郑州市 433 例市售水果蔬菜样品农药残留报告	66
3.1	样品种类、数量与来源	66
3.2	农药残留检出水平与最大残留限量标准对比分析	77
3.3	水果中农药残留分布	90
3.4	蔬菜中农药残留分布	95
3.5	初步结论	100
第 4 章	GC-Q-TOF/MS 侦测郑州市市售水果蔬菜农药残留膳食暴露风险及预警风险评估	105
4.1	农药残留风险评估方法	105
4.2	郑州市果蔬农药残留膳食暴露风险评估	111
4.3	郑州市果蔬农药残留预警风险评估	118
4.4	郑州市果蔬农药残留风险评估结论与建议	127

武 汉 市

第 5 章	LC-Q-TOF/MS 侦测武汉市 399 例市售水果蔬菜样品农药残留报告	133
5.1	样品种类、数量与来源	133

5.2	农药残留检出水平与最大残留限量标准对比分析	142
5.3	水果中农药残留分布	153
5.4	蔬菜中农药残留分布	156
5.5	初步结论	161
第 6 章	LC-Q-TOF/MS 侦测武汉市市售水果蔬菜农药残留膳食暴露风险及预警风险评估	165
6.1	农药残留风险评估方法	165
6.2	武汉市果蔬农药残留膳食暴露风险评估	171
6.3	武汉市果蔬农药残留预警风险评估	177
6.4	武汉市果蔬农药残留风险评估结论与建议	184
第 7 章	GC-Q-TOF/MS 侦测武汉市 202 例市售水果蔬菜样品农药残留报告	188
7.1	样品种类、数量与来源	188
7.2	农药残留检出水平与最大残留限量标准对比分析	198
7.3	水果中农药残留分布	210
7.4	蔬菜中农药残留分布	214
7.5	初步结论	219
第 8 章	GC-Q-TOF/MS 侦测武汉市市售水果蔬菜农药残留膳食暴露风险及预警风险评估	224
8.1	农药残留风险评估方法	224
8.2	武汉市果蔬农药残留膳食暴露风险评估	231
8.3	武汉市果蔬农药残留预警风险评估	240
8.4	武汉市果蔬农药残留风险评估结论与建议	255

长 沙 市

第 9 章	LC-Q-TOF/MS 侦测长沙市 272 例市售水果蔬菜样品农药残留报告	261
9.1	样品种类、数量与来源	261
9.2	农药残留检出水平与最大残留限量标准对比分析	270
9.3	水果中农药残留分布	280
9.4	蔬菜中农药残留分布	283
9.5	初步结论	288
第 10 章	LC-Q-TOF/MS 侦测长沙市市售水果蔬菜农药残留膳食暴露风险及预警风险评估	292
10.1	农药残留风险评估方法	292
10.2	长沙市果蔬农药残留膳食暴露风险评估	298
10.3	长沙市果蔬农药残留预警风险评估	304

10.4	长沙市果蔬农药残留风险评估结论与建议	310
第 11 章	GC-Q-TOF/MS 侦测长沙市 177 例市售水果蔬菜样品农药残留报告	313
11.1	样品种类、数量与来源	313
11.2	农药残留检出水平与最大残留限量标准对比分析	322
11.3	水果中农药残留分布	333
11.4	蔬菜中农药残留分布	338
11.5	初步结论	343
第 12 章	GC-Q-TOF/MS 侦测长沙市市售水果蔬菜农药残留膳食暴露风险及预警风险评估	347
12.1	农药残留风险评估方法	347
12.2	长沙市果蔬农药残留膳食暴露风险评估	353
12.3	长沙市果蔬农药残留预警风险评估	363
12.4	长沙市果蔬农药残留风险评估结论与建议	377
	参考文献	381

郑州市

第 1 章 LC-Q-TOF/MS 侦测郑州市 433 例市售水果蔬菜样品农药残留报告

从郑州市所属 12 个区县，随机采集了 433 例水果蔬菜样品，使用液相色谱-四极杆飞行时间质谱（LC-Q-TOF/MS）对 537 种农药化学污染物进行示范侦测（7 种负离子模式 ESI 未涉及）。

1.1 样品种类、数量与来源

1.1.1 样品采集与检测

为了真实反映百姓餐桌上水果蔬菜中农药残留污染状况，本次所有检测样品均由检验人员于 2013 年 10 月期间，从郑州市所属 24 个采样点，包括 24 个超市，以随机购买方式采集，总计 24 批 433 例样品，从中检出农药 56 种，862 频次。采样及监测概况见图 1-1 及表 1-1，样品及采样点明细见表 1-2 及表 1-3（侦测原始数据见附表 1）。

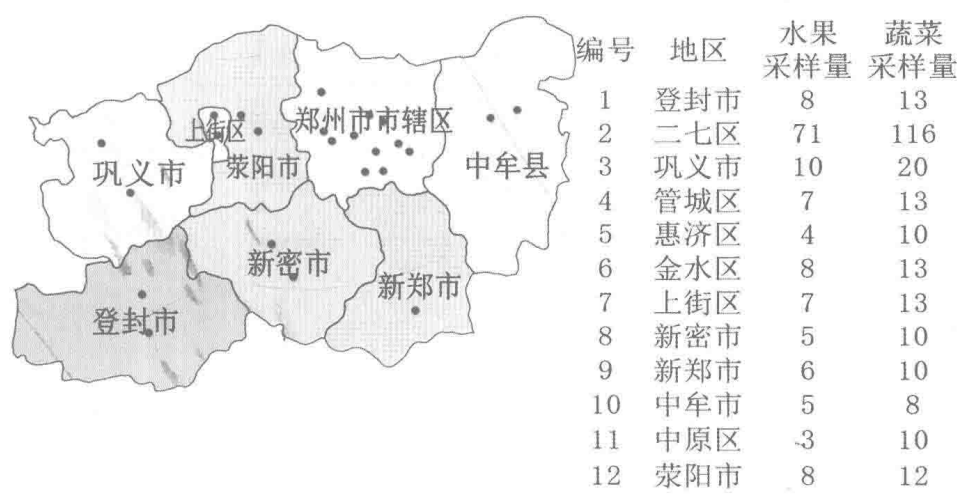


图 1-1 郑州市所属 24 个采样点 433 例样品分布图

表 1-1 农药残留监测总体概况

采样地区	郑州市所属 12 个区县
采样点（超市+农贸市场）	24
样本总数	433
检出农药品种/频次	56/862
各采样点样本农药残留检出率范围	50.0%~89.5%

表 1-2 样品分类及数量

样品分类	样品名称（数量）	数量小计
1. 蔬菜		267
1) 鳞茎类蔬菜	韭菜（16）	16
2) 芸薹属类蔬菜	结球甘蓝（23）	23
3) 叶菜类蔬菜	菠菜（16），大白菜（11），芹菜（22），生菜（20），茼蒿（16）	85
4) 茄果类蔬菜	番茄（23），茄子（23），甜椒（24）	70
5) 瓜类蔬菜	冬瓜（14），黄瓜（20），西葫芦（6）	40
6) 豆类蔬菜	菜豆（20）	20
7) 根茎类和薯芋类蔬菜	马铃薯（13）	13
2. 水果		143
1) 柑橘类水果	橙（24）	24
2) 仁果类水果	梨（24），苹果（24）	48
3) 浆果和其他小型水果	葡萄（23）	23
4) 热带和亚热带水果	菠萝（15），香蕉（12）	27
5) 瓜果类水果	西瓜（21）	21
3. 食用菌		23
1) 蘑菇类	蘑菇（23）	23
合计	1. 蔬菜 15 种 2. 水果 7 种 3. 食用菌 1 种	433