

市售韭菜中农药残留及重金属污染状况

Analysis of pesticide residues and heavy metal pollution in leek

汪霞丽 言 剑 张 丽 李 涛 张继红

WANG Xia-li YAN Jian ZHANG Li LI Tao ZHANG Ji-hong

(湖南省产商品质量检验研究院食品安全监测与预警湖南省重点实验室, 湖南 长沙 410111)

(Hunan Institute of Commodity Quality Inspection, Hunan Provincial Key Laboratory of Food Safety Monitoring and Early Warning, Changsha, Hunan 410011, China)

摘要:目的:科学管理湖南省韭菜食品安全。方法:对湖南地区 690 份韭菜样本中 24 项农药和 5 项重金属进行检测。结果:① 农药残留检出率为 23.19%, 检出率排名前 3 的农药分别为多菌灵、腐霉利和氯氰菊酯;农药残留的超标率为 5.80%, 其中腐霉利超标率最高, 达 2.61%。② 重金属元素检出率为 77.68%, 超标率为 3.62%, 其中检出率和超标率最高的重金属元素均为镉。结论:韭菜农药残留量较高, 且重金属元素检出率远高于其农药残留检出率, 其中, 农药腐霉利和重金属镉为韭菜的主要超标项目, 建议加强韭菜中农药残留及重金属污染的持续监测。

关键词:韭菜; 农药残留; 腐霉利; 镉

Abstract: Objective: This study aimed to help with the scientific management of leek food safety in Hunan Province. **Methods:** 24 kinds of pesticides and 5 kinds of heavy metals in 690 leek samples from Hunan Province were detected. **Results:** ① Pesticide residues were detected in 23.19% of the 690 samples, and the top three pesticides were determined to be carbendazim, procymidone and cypermethrin. The exceeding rate of pesticide residues was 5.80%, and the highest exceeding rate was 2.61% of procymidone. ② The detection rate of heavy metal elements was 77.68%, and the exceeding rate was 3.62%. The highest detection rate and exceeding rate of heavy metal elements was Cd. **Conclusion:** High pesticide residues in leek were confirmed, and the detection rate of heavy metal elements in leeks is much higher than that of pesticide residues. Among them, pesti-

cide procymidone and heavy metal Cd are the main over-standard items of leeks. It is suggested to strengthen the continuous monitoring of pesticide residues and heavy metal pollution in leeks.

Keywords: leek; pesticides residues; procymidone; Cd

韭菜, 百合科葱属, 多年生单子叶草本植物, 根茎和叶片中有挥发性的硫化丙烯而具有特殊的香辛味, 是中国栽培地域最广的蔬菜之一^[1-2]。目前关于韭菜的农药残留已有报道, 但对其重金属污染情况的研究较少, 且现有研究中多存在以下现象: ① 研究的样本量少, 一般不超过 200 份^[3-7]; ② 样本来源场所不明确, 为市售^[3, 7-8], 或是样本来源场所较单一, 仅为农贸市场或超市^[4-5]; ③ 未综合考虑韭菜中农药残留及重金属污染^[9-10]; ④ 样本的区域未涉及湖南地区^[11-12]。

研究拟通过对湖南地区的主要农贸市场、批发市场、商场、超市、个体散户菜市场、网购平台销售韭菜的农药残留及重金属污染进行调查分析, 旨在为湖南省韭菜食品安全管理提供较为科学全面的依据。

1 材料与方法

1.1 仪器与试剂

高效液相色谱仪: Waters e 2695 型, 沃特斯中国有限公司;

气相色谱仪: Agilent 7890B 型, 美国安捷伦公司;

气相色谱—质谱仪: 7890B-7000D 型, 美国安捷伦公司;

液相色谱—质谱仪: AB SCIEX QTRAP 4500 型, 美国 AB SCIEX 公司;

电感耦合等离子体质谱仪: UltiMate 3000/iCAP Q 型, 美国赛默飞公司;

石墨炉原子吸收光谱仪: AA 240Z 型, 美国安捷伦公司;

乙腈、丙酮、甲醇、乙酸乙酯、环己烷、正己烷、异辛烷、二氯甲烷、甲苯: 色谱纯, 上海安谱实验科技股份有限

基金项目: 食品安全监测与预警湖南省重点实验室开放基金课题 (编号: 2021KFJJ05)

作者简介: 汪霞丽, 女, 湖南省产商品质量监督检验研究院工程师, 硕士。

通信作者: 张继红 (1967—), 女, 湖南省产商品质量监督检验研究院研究员级高级工程师。E-mail: 383302005@qq.com

收稿日期: 2022-06-11 **改回日期:** 2022-09-26

公司；
邻苯二甲醛、巯基乙醇：分析纯，上海安谱实验科技股份有限公司；
氨基固相萃取柱：1 g, 6 mL, 上海安谱实验科技股份有限公司；
浓硝酸：分析纯，国药集团化学试剂有限公司；
16 种有机磷农药混标、42 种农残混标：100 mg/mL，上海安谱实验科技股份有限公司；
铅、镉、铬混合标准溶液：1.0 mg/mL，国家有色金属及电子材料分析测试中心；
砷标准溶液、总汞标准溶液：1.0 mg/mL，国家有色金属及电子材料分析测试中心。

1.2 样品来源
试验样品主要来自各大小型超市、商场、农贸市场、批发市场、个体散户菜市场、网络平台等采集样品，样本量共计 690 份。
1.3 检测项目、方法及国家标准最大允许限
参照国家标准测定韭菜中 24 种农药项目和 5 种重金属元素，检验方法及国家标准最大允许限值详见表 1。
2 结果与分析
2.1 韭菜中农药残留及重金属污染检出情况分析
韭菜共 690 份样本，涉及 24 个农药检验项目和 5 个重金属元素项目。经检测，共 160 份样本检出 11 种农药

表 1 韭菜中农药和重金属检验项目、方法及最大允许限值表
Table 1 Inspection items, methods and maximum allowable limit table of pesticides and heavy metals in leek

检验项目	检验方法	国家标准最大允许限/(mg · kg ⁻¹)
敌敌畏		0.2
毒死蜱		0.02
腐霉利		0.2
甲胺磷		0.05
克百威		0.02
水胺硫磷	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》	0.05
氧乐果		0.02
灭线磷		0.02
氟氯氰菊酯		0.5
氯氟氰菊酯		0.5
氯氰菊酯		1
甲氰菊酯		1
甲拌磷		0.01
二甲戊灵		0.2
乙酰甲胺磷	GB 23200.113—2018《食品安全国家标准 植物源性食品中 208 种农药及其代谢物残留量的测定 气相色谱—质谱联用法》	0.02
甲基异柳磷		0.01
六六六		0.05
茚菌酯		0.7
啶虫脒		2
多菌灵	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》	2
吡虫啉		1
辛硫磷		0.05
氟虫腈	GB 23200.121—2021《食品安全国家标准 植物源性食品中 331 种农药及其代谢物残留量的测定 液相色谱—质谱联用法》	0.02
阿维菌素		0.05
铅	GB 5009.12—2017《食品安全国家标准 食品中铅的测定》	0.1
镉	GB 5009.15—2014《食品安全国家标准 食品中镉的测定》	0.05
铬	GB 5009.123—2014《食品安全国家标准 食品中铬的测定》	0.5
总砷	GB 5009.11—2014《食品安全国家标准 食品中总砷及无机砷的测定》	0.5
总汞	GB 5009.17—2021《食品安全国家标准 食品中总汞及有机汞的测定》	0.01

残留,农药残留检出率为 23.19%。农药残留检出率排在前 3 的分别为多菌灵(16.38%)、腐霉利(11.01%)和氯氟菊酯(6.23%),与李步南^[13]的结论一致。

在测定的 5 项重金属元素项目中,除总汞外其他重金属元素均有检出。690 份样本中共 536 份样本检出 4 项重金属元素,重金属元素检出率为 77.68%。重金属镉的检出率最高为 76.81%,其他 3 种重金属检出率分别为:铅 17.97%、铬 16.52%、总砷 13.48%。孙建伶等^[10]研究发现,韭菜对铅和镉的吸收存在较复杂交互作用,高浓度复合时,优先对镉进行吸收。

由表 2 可知,160 份检出农药残留样本中,有 46 份样本存在两个或多个农药项目检出情况,占农残检出样本总数的 28.75%,远低于温雅君等^[14]的研究结果。536 份检出重金属样本中,有 95 份样本存在检出两个及以上重金属元素情况,占重金属检出样本总数的 17.72%。577 份检出农药残留和重金属残留项目样本中,119 份样本存在同时检出农药残留和重金属污染的情况。其中,敌敌畏、克百威、水胺硫磷、灭线磷、氟氯氰菊酯等 13 项农药项目在韭菜中均未检出。

2.2 韭菜中农药残留及重金属污染超标情况分析

由表 3 可知,690 份样本中共 40 份样本 6 项农药项目的检测值超过 GB 2763—2021《食品安全国家标准 食品中农药最大残留限量》最大允许限值,农药残留超标率为 5.80%,远低于张旭晟等^[7]的结论(23.2%)。超标率最高的为腐霉利(2.61%),超标倍数最高的为乙酰甲胺磷,最大检测值为 0.74 mg/kg,超过国家标准最大允许限值的 37 倍。

共 25 份样本重金属元素镉的检测值超过 GB 2762—2017《食品安全国家标准 食品中污染物限量》最大允许限值,重金属元素镉超标率为 3.62%,最大检测值为 0.43 mg/kg 是国家标准允许限值的 8.60 倍。7 项超标的项目中,超标样本数占总超标样本数百分比比较高的是重金属镉(39.06%)和农药腐霉利(28.13%),共占总超标样

表 2 韭菜中农药残留及重金属污染检出情况[†]

Table 2 Detection of pesticide residues and heavy metal contamination in leeks

项目名称	检出 样本数	样本检 出率/%	检出含量范围/ (mg·kg ⁻¹)
多菌灵	113	16.38	6.01×10 ⁻⁴ ~0.77
腐霉利	76	11.01	7.30×10 ⁻³ ~3.03
氯氟菊酯	43	6.23	0.025~0.620
氯氟氰菊酯	38	5.51	8.20×10 ⁻³ ~1.36
吡虫啉	18	2.61	0.006~0.321
啶虫脒	13	1.88	5.400×10 ⁻⁴ ~0.076
乙酰甲胺磷	10	1.45	0.017~0.740
毒死蜱	8	1.16	0.015~0.099
甲胺磷	7	1.01	0.031~0.110
二甲戊灵	5	0.72	0.021~0.066
氧乐果	2	0.29	0.22~0.43
镉	530	76.81	3.50×10 ⁻³ ~0.43
铅	124	17.97	0.052 3~0.097 1
铬	114	16.52	0.033~0.350
砷	93	13.48	0.012~0.049

[†] 46 份样本存在检出两个及以上农药残留项目的情况;95 份样本存在检出两个及以上重金属污染项目的情况;119 份样本存在同时检出农药残留和重金属污染项目的情况。

本数的 67.19%,表明腐霉利为韭菜农药残留超标的主要项目,与文献[4,11]的研究结果一致。

2.3 韭菜中主要超标项目分析

2.3.1 腐霉利超标样本分析 根据 GB 2763—2021《食品安全国家标准 食品中农药最大残留限量》,韭菜中腐霉利的最大残留限量为 0.2 mg/kg。由表 4 可知,690 份韭菜样本中共 18 份样本检出超过国家标准限定值,超标率为 2.61%。从检测值分析,83.33%腐霉利超标样本的超标倍数<5,检测值为 0.2~1.0 mg/kg(不含 0.2,1.0 mg/kg);

表 3 韭菜中农药及重金属超标情况[†]

Table 3 Different kinds of out-of-limit pesticide and heavy metals in leeks

项目名称	超标样本数	样本超标率/%	占总超标样本 百分比/%	检测结果最大值/ (mg·kg ⁻¹)	最大检测结果 超标倍数	国家标准最大允许限值/ (mg·kg ⁻¹)
腐霉利	18	2.61	28.13	3.03	15.15	0.2
乙酰甲胺磷	10	1.45	15.63	0.74	37.00	0.02
毒死蜱	6	0.87	9.38	0.099	4.95	0.02
甲胺磷	2	0.29	3.13	0.11	2.20	0.05
氯氟氰菊酯	2	0.29	3.13	1.36	27.20	0.5
氧乐果	2	0.29	3.13	0.43	21.50	0.02
镉	25	3.62	39.06	0.43	8.60	0.05

[†] *.1 份样本存在农药残留和重金属污染同时超标的情况。

11.11% 的腐霉利超标样本的超标倍数为 5~10;18 个超标样本中仅 1 个样本腐霉利超标倍数>10。

韭菜是多年生宿根蔬菜,收获期较短,通常是一次种植,分茬次收割,连续收割长达 3~4 年^[15],因此其农药安全间隔期的执行相比其他蔬菜更为复杂。韭菜的病虫害较多,主要害虫为根蛆^[16],主要病害为灰霉病^[16-17],严重时可使叶片枯死,因而韭菜的种植过程中腐霉利等农药的使用相对较多。腐霉利具有内吸性^[18],韭菜前茬施药后,在土壤中残留的药剂还可被当茬的韭菜吸收。因此即使收获韭菜时遵循安全的间隔期,也有可能腐霉利超标。与茄子、番茄、辣椒、黄瓜等蔬菜中腐霉利限量标准(2~5 mg/kg)相比,韭菜中腐霉利残留限量标准(0.2 mg/kg)降低了 90%~96%,所以在相同情况下施用腐霉利,韭菜更易发生腐霉利超标的情况。

表 4 腐霉利超标样本的检测值分布情况

Table 4 Detection values distribution of samples exceeding the standard of procymidone

检测值超标倍数	超标样本数量	占超标样本总量百分比/%
<5	15	83.33
5~10	2	11.11
>10	1	5.56

表 5 不同来源韭菜中农药残留及重金属元素整体检出情况表

Table 5 Overall detection of pesticide residues and heavy metal elements in leeks from different places

样本来源	抽样样本数	检出样本数	检出率/%	超标样本数	符合国家标准限定值
					样本数占比/%
商场	25	24	96.00	1	96.00
网购	40	36	90.00	2	95.00
农贸市场	225	176	78.22	18	92.00
超市	213	187	87.79	17	92.02
菜市场	89	74	83.15	8	91.01
批发市场	98	80	81.63	11	88.78
合计	690	577	83.62	57	91.74

3 结论

通过对湖南地区韭菜中禁限用农药残留进行检测,发现韭菜中重金属污染检出率远高于农药残留检出率,需引起注意。此外,韭菜农药残留检出的农药种类较多,属于农药残留较高的蔬菜品种。韭菜中 24 项农药检出 11 项,检出率排名前 3 的为多菌灵、腐霉利和氯氰菊酯;农药超标 6 项,其中腐霉利超标率最高,目前用于防治韭菜中灰霉病的农药较单一,且长期使用,可能是造成韭菜中腐霉利超标的主要原因。重金属 5 项除总汞外其余 4 项元素均有检出,检出率和超标率最高的为镉。韭菜中重金

2.3.2 重金属超标样本分析 根据 GB 2762—2017《食品安全国家标准 食品中污染物限量》,韭菜属于新鲜蔬菜中的其他新鲜蔬菜(鳞茎类),镉最大允许限为 0.05 mg/kg。690 份韭菜样本中 25 份样本超过国家标准限定值,超标率为 3.62%。从检测结果分析,80% 不合格样本超标倍数<5,即检测值在 0.05~0.25 mg/kg(不含 0.05,0.25 mg/kg),20% 不合格样本中镉含量为 0.25~0.50 mg/kg。农作物中重金属超标,可能与其生长过程中富集土壤^[19-21]、水源^[22]和大气^[23-25]中的重金属有关。

镉是能够在生物体内蓄积且排除缓慢的重金属污染物,韭菜中镉含量超标,可能与湖南地区有色金属开采及冶炼造成的湘江流域水质及周边农田土壤的污染有关^[26]。息朝庄等^[27]研究发现,长沙市各地区土壤中镉污染较严重。邹玲等^[28]研究表明,湘江流域附近的农田土壤的重金属污染表现为以镉污染为主。

2.4 不同来源韭菜中农药残留及重金属情况

由表 5 可知,样本检出率超过整体平均检出率的有 3 个场所,分别是商场、网购和超市;除批发市场和菜市场,其他 4 个场所符合国家标准限定值样本数占比均超过了平均水平,其中商场的占比最高达 96.00%。这可能与监管模式有关^[4],商场管理制度较批发市场和菜市场更健全,且要求进卖场的产品提供检测报告,因而对产品质量需要更严格的把关。

属污染可能与土壤、水源、大气相关。试验研究了韭菜中较常用的 24 项农药和 5 项重金属,对于其他蔬菜中的多种农药残留和重金属污染情况仍有待探讨。建议进一步监测包括韭菜在内的各种蔬菜中农药残留和重金属污染情况,获取更多数据量,以便后期对其开展膳食风险评估。

参考文献

[1] 王多加. 深圳市场蔬菜图谱[M]. 深圳: 海天出版社, 2014: 104-105.
WANG D J. Vegetable map of Shenzhen market[M]. Shenzhen: Haitian Publishing House, 2014: 104-105.

- [2] 金波. 中国多年生蔬菜[M]. 北京: 中国农业出版社, 1997: 10-28.
JIN B. China perennial vegetables[M]. Beijing: China Agricultural Publishing House, 1997: 10-28.
- [3] 洪泽淳, 陈思敏, 郑悦珊, 等. GC-MS/MS 结合 QuEChERS 法测定韭菜中多种农药残留[J]. 食品工业, 2021, 42(9): 290-294.
HONG Z C, CHEN S M, ZHENG Y S, et al. Determination of multiple pesticide residues in leek by Gas Chromatography Mass Spectrometry with QuEChERS method[J]. The Food Industry, 2021, 42(9): 290-294.
- [4] 郭丽丽, 花锦. QuEChERS 法动态监测及评价山西省韭菜中 12 种农药残留[J]. 中国蔬菜, 2018(4): 64-70.
GUO L L, HUA J. Dynamic monitoring and evaluation of 12 pesticide residues in leek from Shanxi province by QuEChERS method[J]. China Vegetables, 2018(4): 64-70.
- [5] 张权, 沙比拉·吐拉江, 周贻兵, 等. 不同种类固相萃取柱测定韭菜中 58 种农药残留量的净化效果比较[J]. 食品工业科技, 2019, 40(20): 243-250, 261.
ZHANG Q, SHABILA T L J, ZHOU Y B, et al. Comparison of purification effect of different types of SPE column on the dertermination of 58 pesticide residues in chives[J]. Science and Technology of Food Industry, 2019, 40(20): 243-250, 261.
- [6] 黄晓春. 腐霉利在韭菜中残留现状分析及风险评估[J]. 安徽农业科学, 2021, 49(7): 188-190.
HUANG X C. Status analysis and risk assessment of procymidone residues in leek[J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2021, 49(7): 188-190.
- [7] 张旭晟, 高阳光, 彭少杰. 韭菜中农药腐霉利残留的膳食暴露风险评估[J]. 食品安全质量检测学报, 2019, 10(10): 3 114-3 119.
ZHANG X S, GAO Y G, PENG S J. Dietary exposure assessment of procymidone residue in Chinese leek[J]. Journal of Food Safety and Quality, 2019, 10(10): 3 114-3 119.
- [8] 马楠, 张玉娟, 张志强. QuEChERS/GC-MS 法检测韭菜中 19 种农药残留[J]. 食品工业, 2020, 41(1): 323-326.
MA N, ZHANG Y J, ZHANG Z Q. Determination of 19 pesticide residues in Chinese chives by QuEChERS method coupled with Gas Chromatography-Mass Spectrometry[J]. The Food Industry, 2020, 41(1): 323-326.
- [9] 黄绍文, 韩宝文, 和爱玲, 等. 城郊公路边菜田土壤和韭菜中重金属的空间变异特征[J]. 华北农学报, 2007, 22(Z2): 152-157.
HUANG S W, HAN B W, HE A L, et al. Spatial variability of heavy metals in soils and Chinese Leeks in a vegetable production area beside highway of suburb [J]. Acta Agriculturae Boreali-Sinica, 2007, 22(Z2): 152-157.
- [10] 孙建伶, 罗立强. 土壤铅、镉单一和复合污染及与钙、锌交互作用对韭菜生长和铅镉积累特性的影响[J]. 农业环境科学学报, 2014(6): 1 100-1 105.
SUN J L, LUO L Q. Influences of single and combined pollution of lead and cadmium and their interactions with calcium or zinc on growth and accumulation of lead and cadmium of leeks[J]. Journal of Agro-Environment Science, 2014(6): 1 100-1 105.
- [11] 马新耀, 刘娇, 李伟, 等. 基于食品安全指数法和危害物风险系数法评估山西省韭菜中农药残留的风险[J]. 中国蔬菜, 2022(7): 92-97.
MA X Y, LIU J, LI W, et al. Risk evaluation of pesticide residues in leeks in Shanxi province based on food safety index and hazard risk coefficient method[J]. China Vegetables, 2022(7): 92-97.
- [12] 曹慧慧, 王帅, 赵海涛, 等. 唐山地区韭菜农药残留检测分析及膳食摄入风险评估[J]. 现代食品科技, 2022, 38(1): 336-344.
CAO H H, WANG S, ZHAO H T, et al. Detection and analysis of pesticide residues in Chinese Chives and risk assessment of dietary intake in Tangshan [J]. Modern Food Science and Technology, 2022, 38(1): 336-344.
- [13] 李步南. 四川省韭菜中 8 种农药残留情况研究[J]. 种子科技, 2019, 37(6): 130-131.
LI B N. Study on 8 kinds of pesticide residues in leek in Sichuan province[J]. Seed Science & Technology, 2019, 37(6): 130-131.
- [14] 温雅君, 肖志勇, 马啸, 等. 韭菜中农药残留状况调查与分析[J]. 食品安全质量检测学报, 2020, 11(13): 4 231-4 235.
WEN Y J, XIAO Z Y, MA X, et al. Investigation and analysis of pesticide residues in leek[J]. Journal of Food Safety and Quality, 2020, 11(13): 4 231-4 235.
- [15] 任良, 王署声. 大棚韭菜高产高效栽培技术[J]. 现代农业科技, 2006(23): 39, 48.
REN L, WANG S S. High yield and high efficiency cultivation technique of greenhouse leek[J]. Modern Agricultural Sciences and Technology, 2006(23): 39, 48.
- [16] 李辉, 林宏芳, 张宇轩, 等. 韭菜中 8 种农药及其代谢物残留分析[J]. 食品研究与开发, 2021, 42(22): 166-171.
LI H, LIN H F, ZHANG Y X, et al. Residue analysis of eight pesticides and their metabolites in leek[J]. Food Research and Development, 2021, 42(22): 166-171.
- [17] 崔蕴刚, 张华敏, 李延龙, 等. 韭菜灰霉病原鉴定及其生物学特性[J]. 北方园艺, 2020(4): 14-19.
CUI Y G, ZHANG H M, LI Y L, et al. Identification and biological characterization of the pathogen of allium tuberosum grey mold[J]. Northern Horticulture, 2020(4): 14-19.
- [18] 胡彬, 李琳, 戚如诗, 等. 从韭菜腐霉利残留超标看农药登记及最大残留限量标准的科学制定[J]. 中国蔬菜, 2020(5): 9-11.
HU B, LI L, QI R S, et al. Scientific establishment of pesticide registration and maximum residue limit standard from excessive pythium residues in Chinese chives[J]. China Vegetables, 2020(5): 9-11.
- [19] 陈英旭, 朱祖祥, 何增耀. 土壤中铬的有效性与其污染生态效应[J]. 生态学报, 1995, 15(1): 79-84.
CHEN Y X, ZHU Z X, HE Z Y. Cr availability in soils and its effects on pollution ecology[J]. Acta Ecologica Sinica, 1995, 15(1): 79-84.
- [20] 刘香香, 文典, 王其枫, 等. 广东省不同种类蔬菜与土壤镉污染相关性及其阈值研究[J]. 中国农学通报, 2012, 28(10): 109-115.
LIU X X, WEN D, WANG Q F, et al. Study on the relationship be-

- tween soil Cd pollution and Cd contents in different kinds of vegetables and pollution threshold of soil in Guangdong province[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2012, 28(10): 109-115.
- [21] 赵小中, 魏小春, 郭智广, 等. 土壤及灌溉水中 Cd 和 Pb 含量与蔬菜重金属富集的关联度分析[J]. 河南农业科学, 2012, 41(11): 55-57, 68.
- ZHAO X Z, WEI X C, GUO Z G, et al. Correlation analysis of Cd and Pb content in soil, irrigation water and vegetables[J]. Journal of Henan Agricultural Sciences, 2012, 41(11): 55-57, 68.
- [22] 杨庆娥, 任振江, 高然. 污水灌溉对土壤和蔬菜中重金属积累和分布影响研究[J]. 中国农村水利水电, 2007(5): 74-75.
- YANG Q E, REN Z J, GAO R. Effects of sewage irrigation on accumulation and distribution of heavy metals in soil and vegetables[J]. China Rural Water and Hydropower, 2007(5): 74-75.
- [23] 程珂, 杨新萍, 赵方杰. 大气沉降及土壤扬尘对天津城郊蔬菜重金属含量的影响[J]. 农业环境科学学报, 2015(10): 1 837-1 845.
- CHENG K, YANG X P, ZHAO F J. Effects of atmospheric and dust deposition on content of heavy metals in vegetables in suburbs of Tianjin[J]. Journal of Agro-Environment Science, 2015(10): 1 837-1 845.
- [24] 曹柳, 孟晓飞, 杨俊兴, 等. 河南省大气重金属沉降高风险区蔬菜重金属含量及健康风险评估[J]. 植物营养与肥料学报, 2021, 27(12): 2 170-2 183.
- CAO L, MENG X F, YANG J X, et al. Heavy metal concentrations and health risk assessment of vegetables in the high-risk area of atmospheric deposition in Henan Province[J]. Plant Nutrition and Fertilizer Science, 2021, 27(12): 2 170-2 183.
- [25] NIAZI N K, SINGH B, MINASNY B. Mid-infrared spectroscopy and partial least-squares regression to estimate soil arsenic at a highly variable arsenic-contaminated site[J]. International Journal of Environmental Science and Technology, 2015, 12(6): 1 965-1 974.
- [26] 杨梦昕, 付湘晋, 李忠海, 等. 湘江流域重金属污染情况及其对食物链的影响[J]. 食品与机械, 2014, 30(5): 103-106.
- YANG M X, FU X J, LI Z H, et al. Heavy metal pollution status in Xiangjiang river and its effect on food chain [J]. Food & Machinery, 2014, 30(5): 103-106.
- [27] 息朝庄, 戴塔根, 黄丹艳. 湖南长沙市土壤重金属污染调查与评价[J]. 地球与环境, 2008, 36(2): 136-141.
- XI Z Z, DAI T G, HUANG D Y. Investigation and assessment on pollution caused by soil heavy metals in Changsha city of Hunan province[J]. Earth and Environment, 2008, 36(2): 136-141.
- [28] 邹玲, 王翠红, 李洪斌, 等. 长沙市边缘带菜园土壤重金属含量及污染现状评价[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2009, 35(1): 107-110.
- ZOU L, WANG C H, LI H B, et al. Assessment on contents of heavy metal and its pollution situation in vegetable soils at peri-urban area of Changsha[J]. Journal of Hunan Agricultural University (Natural Sciences), 2009, 35(1): 107-110.
-
- (上接第 75 页)
- [7] 王帅斌, 王冀宁, 马百超, 等. 江苏省食品安全监管绩效评价研究[J]. 中国调味品, 2017, 42(12): 166-173.
- WANG S B, WANG J N, MA B C, et al. Study on performance evaluation of food safety supervision in Jiangsu province[J]. China Condiment, 2017, 42(12): 166-173.
- [8] 王冀宁, 孙翠翠, 王磊, 等. 中国食品安全指数指标体系的构建[J]. 中国调味品, 2017, 42(3): 146-151.
- WANG J N, SUN C C, WANG L, et al. Construction of China's food safety index system [J]. China Condiment, 2017, 42(3): 146-151.
- [9] 李太平. 我国食品安全指数的编制理论与应用研究: 以国家食品抽检数据为例[J]. 农业经济问题, 2017, 38(7): 80-87, 111-112.
- LI T P. On the theory and application of Chinese food safety index: A case of national food quality sampling and detecting data[J]. Issues in Agricultural Economy, 2017, 38(7): 80-87, 111-112.
- [10] 王崇民. 罗云波: 建立综合指标体系, 科学评价食品安全[J]. 食品安全导刊, 2019(7): 15.
- WANG C M. LUO Y B: Establish a comprehensive index system, Evaluate food safety scientifically[J]. China Food Safety Magazine, 2019(7): 15.
- [11] 来翔. 食品安全风险评估方法研究与应用[D]. 天津: 天津科技大学, 2014: 1-8.
- LAI X. Research and application of food safety risk assessment[D]. Tianjin: Tianjin University of Science and Technology, 2014: 1-8.
- [12] 革继胜. 北京市发布食品安全指数[N]. 中国质量报, 2006-01-02(2).
- GE J S. Beijing releases food safety index[N]. China Quality Daily, 2006-01-02(2).
- [13] 梁庆华, 卢荫衍. 杭州 食品安全指数提升[N]. 中国食品报, 2011-01-28(3).
- LIANG Q H, LU Y X. Hangzhou food safety index improved[N]. China Food Newspaper, 2011-01-28(3).
- [14] 贺雄宙. 食品风险指数在世博餐饮食品安全保障中的应用分析[J]. 上海预防医学杂志, 2011, 23(6): 292-294.
- HE X Z. Analysis on the application of food risk index in food safety guarantee of World Expo[J]. Shanghai Journal of Preventive Medicine, 2011, 23(6): 292-294.
- [15] 杜栋, 庞庆华, 吴炎. 现代综合评价方法与案例精选[M]. 北京: 清华大学出版社, 2015: 14-24.
- DU D, PANG Q H, WU Y. Modern comprehensive evaluation method and case selection[M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2015: 14-24.