

2018年广西市售蔬菜镉污染现状及其暴露评估

覃艳淑¹, 唐文^{2*}, 周芳华¹, 莫纯³, 刘展华¹, 陆梅元⁴

(1. 广西-东盟食品药品安全检验检测中心, 南宁 530029; 2. 广西壮族自治区药品监督管理局, 南宁 530029;
3. 广西壮族自治区药品不良反应监测中心, 南宁 530029; 4. 广西壮族自治区食品药品审评查验中心, 南宁 530029)

摘要: **目的** 了解广西市售蔬菜中镉的污染状况, 评估广西居民通过食用市售蔬菜镉暴露风险程度。**方法** 利用2018年广西监督抽检蔬菜中镉含量数据和广西居民蔬菜平均摄入量数据, 采用点估计模型计算广西居民食用蔬菜中镉暴露水平。**结果** 9047批次蔬菜样品中, 镉平均含量为0.02322 mg/kg, 茎类蔬菜和豆类蔬菜镉检出率较低, 分别为56.52%和48.65%; 鳞茎类蔬菜镉超标率最高为6.90%; 批发市场蔬菜镉检出率和超标率最高, 分别为89.31%、5.66%; 全区14个地市市售蔬菜平均含镉量区别不大, I市镉检出率最高为97.16%, B市镉超标率最高, 为5.22%; 广西居民经食用市售蔬菜所致镉的月平均暴露量范围为1.77~5.29 $\mu\text{g/kg BW}$, 占每月可耐受摄入量(provisional tolerable monthly intake, PTMI)的7.08%~21.16%。**结论** 广西市售蔬菜中存在一定程度的镉超标情况, 但居民通过食用市售蔬菜的镉暴露量不高, 对人体的健康风险较小。

关键词: 蔬菜; 镉; 污染现状; 暴露评估; 广西

Cadmium pollution status and exposure assessment of commercial vegetables in Guangxi in 2018

QIN Yan-Shu¹, TANG Wen^{2*}, ZHOU Fang-Hua¹, MO Chun³, LIU Zhan-Hua¹, LU Mei-Yuan⁴

(1. Guangxi-Asean Center for Food and Drug Safety Control, Nanning 530029, China; 2. Guangxi Medical Products Administration, Nanning 530029, China; 3. Center for ADR Monitoring of Guangxi, Nanning 530029, China;
4. Guangxi Food and Drug Evaluation & Inspection Center, Nanning 530029, China)

ABSTRACT: Objective To investigate the cadmium pollution status in commercial vegetables in Guangxi, and evaluate the cadmium exposure level of commercial vegetables for consumption by residents in Guangxi. **Methods** Using the data of cadmium content in vegetables monitored by Guangxi in 2018 and the data of average intake of vegetables in Guangxi, and point estimation model was used to calculate the cadmium exposure level of vegetables in Guangxi. **Results** Totally 9047 vegetable samples were analyzed, the average content of cadmium was 0.02322 mg/kg, the detection rate of cadmium in stem vegetables and legume vegetables was lower, they were 56.52% and 48.65%, and the exceed ratio of cadmium in bulb vegetables was the highest. The detection rate and the exceed ratio of cadmium in vegetables were the highest in terminal market, they were 89.31% and 5.66%, respectively. The average content of cadmium in commercial vegetables made little different in 14 cities of Guangxi, the detection rate of cadmium in I city was the highest, it was 97.16%, and the violation rate of cadmium in B city was the highest, it was 5.22%. The average monthly exposure to cadmium from commercial vegetables in Guangxi was 1.77-5.29 $\mu\text{g/kg BW}$, accounting for 7.08%-21.16% of provisional tolerable monthly intake. **Conclusion** A certain degree of cadmium exceeded the standard to commercial vegetables in Guangxi. However, the amount of cadmium exposed to

*通讯作者: 唐文, 硕士, 工程师, 主要研究方向为食品安全监管。E-mail: 963842186@qq.com

*Corresponding author: TANG Wen, Master, Engineer, Guangxi Medical Products Administration, Nanning 530029, China. E-mail: 963842186@qq.com

commercial vegetables is not high by residents, which has a less risk to human health.

KEY WORDS: vegetables; cadmium; pollution status; exposure assessment; Guangxi

1 引言

镉是人体非必需元素, 主要通过农产品(食物)、水和空气进入人体内而蓄积下来, 对人体的肾、肝、肺、睾丸、脑、骨骼、血液、神经及免疫系统造成一定损害, 具有致癌、致突变性, 其毒害影响是缓慢和长期的, 慢性中毒的潜伏期可达 10~30 年之久^[1,2]。有研究报道, 广西境内土壤镉污染含量水平高, 超标现象较普遍, 且主要集中在工矿区及其矿区农用土壤地块^[3], 结合镉在环境中不易被微生物降解、易迁移、主要通过大气沉降和水迁移等过程进行转移、最终进入土壤或作物中的特点^[4], 这有可能造成广西农作物受到一定程度的镉污染。蔬菜是人们生活必不可少的食品, 含有人体所需的重要营养物质, 在居民饮食消费中占较大比例, 蔬菜镉污染在农产品重金属污染超标问题中较为突出^[5], 专门针对广西省售蔬菜镉污染状况的研究报道不多, 有待研究探讨。

本研究利用 2018 年广西监督抽检蔬菜中镉含量数据, 结合 2010-2012 年广西居民营养与健康状况调查数据, 对广西居民膳食中蔬菜镉暴露进行风险评估, 旨在了解广西省售蔬菜中镉污染现状及其对人体健康风险的影响程度, 为风险预警交流提供技术支撑, 最终服务于监管。

2 材料与方法

2.1 实验材料

2.1.1 样品来源

抽样过程严格按照原国家食品药品监督管理总局发布的《国家食品安全监督抽检实施细则(2018 年版)》^[6]中规定的抽样方法及数量、封样和样品运输贮存等要求进行。样品主要来自菜市场、超市、农贸市场、批发市场、商场、小杂食店等 6 类场所, 覆盖广西 14 个地市, 包括叶菜蔬菜、芸薹属蔬菜、鳞茎类蔬菜、瓜果类蔬菜、豆类蔬菜、块根和块茎类蔬菜、茎类蔬菜、鲜食用菌等 8 种食品细类, 共计 9047 批次样品。

2.1.2 蔬菜消费量数据来源

蔬菜消费量数据来自 2010-2012 年广西居民营养与健康状况调查^[7], 广西居民平均每标准人日蔬菜的摄入量为 312.67 g。

2.2 实验方法

2.2.1 蔬菜中镉含量检测方法

蔬菜中镉含量检测方法按照 GB 5009.15-2014《食品安全国家标准 食品中镉的测定》^[8]中的石墨炉原子吸收光

谱测定方法进行, 方法检出限(limit of detection, LOD)为 0.001 mg/kg。按 GB 2762-2017《食品安全国家标准 食品中污染物限量》^[9]规定的蔬菜和食用菌中镉限量标准进行判定。

2.2.2 暴露评估参数及方法

采用联合国粮食及农业组织(Food and agriculture organization of the united nations, FAO)/世界卫生组织(World Health Organization, WHO)食物添加剂联合专家委员会(Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, JECFA)2010 年第 73 次会议修订的镉暂定每月可耐受摄入量(provisional tolerable monthly intake, PTMI)25 $\mu\text{g/kg}\cdot\text{BW}$ 作为镉的健康指导值^[10]。

本研究采用点估计模型对镉进行膳食暴露评估, 计算公式为:

$$EXP=X\times C\times f\times 30/BW$$

其中: EXP 为每月每公斤体重膳食镉暴露量($\mu\text{g/kg}\cdot\text{BW}$); X 为某类食品的平均消费量(g/d), 以广西居民平均每标准人日蔬菜的摄入量 312.67 g 计; C 为某类食品中镉平均含量(mg/kg), 以市售蔬菜中镉平均含量计; BW 为标准人体重 60 kg; f 为加工因子, 本研究未考虑食物加工过程中镉含量的变化, 取 $f=1$ 。

2.2.3 数据分析方法

根据 WHO 全球环境监测系统/食品污染监测与评估规划第二次会议上提出的“食品中低水平污染物可信评价”原则, 当未检出数据的比例低于 60%时, 所有未检出数据用 1/2 检出限(limit of detection, LOD)替代; 当未检出数据的比例高于 60%时, 所有未检出数据用 LOD 替代^[11]。采用 SPSS19.0 软件进行数据统计分析。

3 结果与分析

3.1 不同类别蔬菜中镉含量分析

在检测的 9047 批次蔬菜样品中, 镉平均含量为 0.02322 mg/kg, 叶菜蔬菜、鳞茎类蔬菜、鲜食用菌 3 类蔬菜平均含镉量均高于蔬菜中镉平均含量, 叶菜蔬菜平均含镉量最高, 为 0.03874 mg/kg。8 种蔬菜镉含量中位数范围为 0.00050~0.02300 mg/kg, 第 95 分位的镉含量值范围为 0.00950~0.14000 mg/kg; 茎类蔬菜和豆类蔬菜镉检出率较低, 其余 6 类蔬菜镉检出率范围在 67.37%~87.65%之间; 鳞茎类蔬菜镉超标率最高, 为 6.90%, 明显高于其余 7 种蔬菜, 见表 1。

3.2 不同抽样场所蔬菜中镉含量分析

6 类场所的蔬菜样品镉平均含量相差不大, 在

0.02097~0.02977 mg/kg 之间,从农贸市场、菜市场、批发市场抽检的蔬菜平均含镉量均高于蔬菜中镉平均含量。6 类场所蔬菜镉含量中位数范围为 0.01000~0.01800 mg/kg,第 95 分位的镉含量值范围为 0.07800~0.10000 mg/kg;在批发市场抽检的蔬菜样品,其镉检出率和超标率最高,分别为 89.31%、5.66%,见表 2。

3.3 全区 14 个地州市售蔬菜中镉含量分析

全区 14 个地州市售蔬菜平均含镉量区别不大,在 0.01129~0.03383 mg/kg 之间;I 市、J 市镉检出率较高,分别为 97.16%、91.36%,其余 12 个地市检出率在 42.36%~88.73%之间;B 市镉超标率最高,为 5.22%,其次是 L 市,为 3.55%,见表 3。

表 1 2018 年广西不同类别市售蔬菜镉含量水平(mg/kg)
Tabel 1 Cadmium content of different kinds commercial vegetables in Guangxi in 2018 (mg/kg)

样品类别	样品批次	平均值	P_{50}	P_{95}	最大值	检出批次(检出率/%)	超标批次(超标率/%)
叶菜蔬菜	1506	0.03874	0.02300	0.11000	2.07000	1320(87.65)	6(0.40)
芸薹类蔬菜	806	0.00980	0.00560	0.03565	0.20000	543(67.37)	0(0)
鳞茎类蔬菜	754	0.02564	0.01000	0.10000	0.98000	593(78.65)	52(6.90)
瓜果类蔬菜	2699	0.01821	0.01060	0.04700	0.73000	2079(77.03)	82(3.04)
茎类蔬菜	23	0.00378	0.00360	0.00950	0.00970	13(56.52)	0(0)
豆类蔬菜	37	0.00542	0.00050	0.02558	0.05600	18(48.65)	0(0)
块根和块茎蔬菜	2526	0.02066	0.01000	0.07690	0.64000	1880(74.43)	20(0.79)
鲜食用菌	696	0.03286	0.01000	0.14000	0.50000	564(81.03)	0(0.00)
合计	9047	0.02322	0.01100	0.08400	2.07000	7010(77.48)	160(1.77)

注: P_{50} 为第 50 百分位数, P_{95} 为第 95 百分位数。

表 2 2018 年广西不同抽样场所蔬菜镉含量水平(mg/kg)
Tabel 2 Cadmium content of different sampling site in Guangxi in 2018 (mg/kg)

抽样场所	样品批次	平均值	P_{50}	P_{95}	最大值	检出批次(检出率/%)	超标批次 (超标率/%)
农贸市场	3397	0.02411	0.01300	0.08500	1.98000	2736(80.54)	56(1.65)
超市	2875	0.02222	0.01000	0.08220	2.07000	2166(75.34)	54(1.88)
菜市场	510	0.02643	0.01260	0.10000	0.42300	396(77.65)	13(2.55)
批发市场	159	0.02977	0.01800	0.10000	0.37700	142(89.31)	9(5.66)
商场	1875	0.02201	0.01000	0.08220	0.98000	1402(74.77)	28(1.49)
小食杂店	231	0.02097	0.01200	0.07800	0.14000	168(72.73)	0(0)

注: P_{50} 为第 50 百分位数, P_{95} 为第 95 百分位数。

表 3 2018 年全区 14 个地州市售蔬菜镉含量(mg/kg)
Tabel 3 Cadmium content of commercial vegetables in 14 cities of Guangxi in 2018 (mg/kg)

抽样地市	样品批次	平均值	P_{50}	P_{95}	最大值	检出批次(检出率/%)	超标批次 (超标率/%)
A	1208	0.02040	0.01100	0.06900	0.86000	999(82.70)	8(0.66)
B	786	0.02961	0.01000	0.10000	0.50000	696(88.55)	41(5.22)
C	890	0.01387	0.00050	0.07000	0.20200	377(42.36)	2(0.22)
D	303	0.01589	0.00900	0.05000	0.20000	204(67.33)	1(0.33)
E	142	0.01129	0.01000	0.04000	0.07000	126(88.73)	0(0)
F	343	0.02247	0.01100	0.08040	0.64000	256(74.64)	4(1.17)
G	586	0.01348	0.00640	0.04800	0.19000	426(72.70)	1(0.17)
H	755	0.02017	0.00900	0.07822	0.73000	526(69.67)	16(2.12)

续表 3

抽样地市	样品批次	平均值	P_{50}	P_{95}	最大值	检出批次(检出率/%)	超标批次 (超标率/%)
I	422	0.02569	0.01300	0.08670	0.22000	410(97.16)	13(3.08)
J	1007	0.03023	0.01900	0.09500	0.84000	920(91.36)	9(0.89)
K	513	0.02089	0.01000	0.07000	0.32000	402(78.36)	4(0.78)
L	874	0.03383	0.01600	0.10100	2.07000	749(85.70)	31(3.55)
M	559	0.02458	0.01500	0.08710	0.37700	466(83.36)	18(3.22)
N	659	0.02620	0.01400	0.09800	0.52000	453(68.74)	12(1.82)

注: P_{50} 为第 50 百分位数, P_{95} 为第 95 百分位数。

3.4 经食用蔬菜途径所致镉的暴露量

广西居民经食用市售蔬菜所致镉的月平均暴露量范围为 1.77~5.29 $\mu\text{g/kg}\cdot\text{BW}$, 占每月可耐受摄入量(provisional tolerable monthly intake, PTMI) 的 7.08%~21.16%, B 市、I 市、J 市、L 市、M 市、N 市等 6 个市居民镉的月平均暴露量均高于全区月平均暴露量, 分别占 PTMI 的 18.52%、16.08%、18.92%、21.16%、15.36%、16.40%, 见表 4。

表 4 2018 年广西不同地市居民市售蔬菜镉月平均暴露量
Tabel 4 Average monthly exposure to cadmium from commercial vegetables in different cities of Guangxi in 2018

抽样地市	镉平均含量/(mg/kg)	EXP/($\mu\text{g/kg}\cdot\text{BW}$)	占 PTMI 比例/%
A	0.02040	3.19	12.76
B	0.02961	4.63	18.52
C	0.01387	2.17	8.68
D	0.01589	2.48	9.92
E	0.01129	1.77	7.08
F	0.02247	3.51	14.04
G	0.01348	2.11	8.44
H	0.02017	3.15	12.60
I	0.02569	4.02	16.08
J	0.03023	4.73	18.92
K	0.02089	3.27	13.08
L	0.03383	5.29	21.16
M	0.02458	3.84	15.36
N	0.02620	4.10	16.40
全区	0.02322	3.63	14.52

注: EXP: 每月每公斤体重膳食镉暴露量; PTMI: 暂定每月可耐受摄入量。

4 结论与讨论

2018 年广西监督抽检的 8 类蔬菜品种是居民日常生活

消费的蔬菜, 基本能反映广西省售蔬菜受镉污染程度。抽检结果表明广西省售新鲜蔬菜中镉平均含量为 0.02322 mg/kg , 根据现有文献报道, 2011~2014 年烟台市蔬菜镉平均含量为 0.01887 mg/kg ^[12], 2005~2012 年江苏泰州市蔬菜镉含量为 0.017 mg/kg ^[13], 2013~2015 年广州市蔬菜镉平均含量为 0.0156 mg/kg ^[14], 2012~2015 年楚雄市新鲜蔬菜镉平均含量为 0.032 mg/kg ^[15], 2011~2014 年甘肃省市售蔬菜镉平均含量为 0.010~0.070 mg/kg ^[16], 2015~2016 年深圳市市售蔬菜中镉平均含量为 0.0126 mg/kg ^[17]。与国内其他地区相比, 广西省售蔬菜镉平均含量无明显差异。鳞茎类蔬菜中镉检出率在 8 类蔬菜中排第 3, 且其镉超标率远高于其他 7 类蔬菜, 说明此类蔬菜受镉污染较严重。B 市市售蔬菜镉超标率最高, 为 5.22%, 可能与 B 市是工业城市, 环境受到重金属污染有关; 其次是 L 市, 为 3.55%, 原因可能是 L 市有色金属矿产资源丰富, 长期的有色金属开发和加工可能对当地环境造成一定程度污染, 或者是当地地质本底镉含量相对较高。

镉暴露评估结果显示, 广西 14 个地市居民食用市售蔬菜镉月平均暴露量为 3.63 $\mu\text{g/kg}\cdot\text{BW}$, 占每月可耐受摄入量(PTMI)的 14.52%, 略高于第五次中国总膳食研究中成年男子蔬菜镉摄入量全国平均水平 2.95 $\mu\text{g/kg}\cdot\text{BW}$ ^[18], 表明广西居民蔬菜镉暴露量不高, 对人体的健康风险较小。本研究运用点估计模型评估 2018 年广西省售蔬菜中镉暴露量, 即采用蔬菜中镉的平均含量, 结合标准人的蔬菜平均消费量, 计算蔬菜中镉的平均暴露量, 因缺乏广西居民中蔬菜高消费量人群的数据, 故无法计算蔬菜高消费人群中镉的暴露水平及健康风险。另外, 本次研究只限于蔬菜中镉的暴露评估, 缺乏整体膳食镉暴露水平评估, 且未考虑蔬菜加工过程镉含量的可能变化, 数据的局限对评估结果可能有一定影响, 评估仅供参考。

建议相关监管部门采取有效的防控措施, 从源头把关, 降低蔬菜镉含量: 一是进一步优化区域产业结构, 严格执行“禁止高能耗高污染企业准入”的政策, 把控好审批环节, 守好污染防治的第一道防线。二是严格监管执法, 强化对排污企业的监管手段, 严厉打击处罚偷排现象。三

是加强排污企业的“三废”治理力度,鼓励企业采用先进的治污工艺技术,从源头控制工业“三废”的排放,从政策上优先扶持治污水平较高的企业。四是加大对重污染区域的环境治理,加快重点区域的环境保护和修复工作。五是有效利用全国土壤污染状况详查结果,做好区域土地分类和管控工作,避免受污染地块的农耕使用。另外,相关监管部门要发挥“检管”联动性,从蔬菜种植和流通环节出发,制定科学有效的食品安全抽检监测方案,加大对蔬菜问题高发区域的抽检力度。

参考文献

- [1] 滕葭,柳琪,李倩,等. 重金属污染对农产品的危害与风险评估[M]. 北京: 化学工业出版社, 2010.
- Teng W, Liu Q, Li Q, *et al.* Hazard and risk assessment of heavy metal pollution to agricultural products [M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2010.
- [2] 丁鸿,杨杏芳. 环境镉危害早期健康效应风险评估的研究进展[J]. 国外医学卫生学分册, 2007, 35(5): 279–282.
- Ding H, Yang XF. Research progress in risk assessment of early health effects of environmental cadmium damage [J]. Foreign Med Sci Sect Hyg, 2007, 35(5): 279–282.
- [3] 邓齐玉,赵银军,林清,等. 广西重金属镉的区域性分布特征与土壤污染状况评价[J]. 环境工程, 2019, 37(1): 164–171.
- Deng QY, Zhao YJ, Lin Q, *et al.* Regional distribution characteristics of cadmium and evaluation of soil pollution situation in Guangxi [J]. Environ Eng, 2019, 37(1): 164–171.
- [4] 闵小波,柴立元. 有色冶炼镉污染控制[M]. 长沙: 中南大学出版社. 2017.
- Min XB, Chai LY. Cadmium pollution control of nonferrous metallurgy [M]. Changsha: Central South University Press, 2017.
- [5] 张帆,谢玲玲,弥宝彬,等. 蔬菜对重金属镉富集研究进展[J]. 湖南农业科学, 2017, 35(7): 127–130.
- Zhang F, Xie LL, Mi BB, *et al.* Research progress on heavy metal cadmium enrichment in vegetables [J]. Hunan Agric Sci, 2017, 35(7): 127–130.
- [6] 国家食品药品监督管理总局. 总局办公厅关于印发国家食品安全监督抽检实施细则(2018年版)的通知[EB/OL]. [2019-5-9]. <http://samr.cfda.gov.cn/WS01/CL1605/223270.html>.
- China Food and Drug Administration. Circular of China Food and Drug Administration General Office of the detailed rules for the implementation of state food safety supervision and sampling Inspection (2018 Edition) [EB/OL]. [2019-5-9]. <http://samr.cfda.gov.cn/WS01/CL1605/223270.html>.
- [7] 唐振柱,方志峰. 2010-2012年广西壮族自治区居民营养健康状况调查报告[M]. 南宁: 广西科学技术出版社, 2015.
- Tang ZZ, Fang ZF. A survey on nutritional health status of residents in Guangxi from 2010 to 2012 [M]. Nanning: Guangxi Science & Technology Press, 2015.
- [8] GB 5009.15-2014 食品安全国家标准 食品中镉的测定[S].
- GB 5009.15-2014 National food safety standard-Determination of cadmium in foods [S].
- [9] GB 2762-2017 食品安全国家标准 食品中污染物限量[S].
- GB 2762-2017 National food safety standard-Maximum levels of contaminants in foods [S].
- [10] Evaluations of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA). Cadmium [EB/OL]. [2019-5-9] <http://apps.who.int/food-additives-contaminants-jecfa-database/chemical.aspx?chemID=1376>.
- [11] 王绪卿,吴永宁,陈君石. 食品污染监测低水平数据处理问题[J]. 中国预防医学杂志, 2002, 36(4): 278–279.
- Wang XQ, Wu YN, Chen JS. Food contamination monitoring low data processing problems [J]. Chin J Prev Med, 2002, 36(4): 278–279.
- [12] 董峰光,宫春波,王朝霞,等. 烟台市居民主要膳食镉暴露风险评估[J]. 预防医学, 2016, 28(7): 662–665.
- Dong FG, Gong CB, Wang ZX, *et al.* Preliminary risk assessment on the dietary exposure of Cd in Yantai [J]. Prev Med, 2016, 28(7): 662–665.
- [13] 赵瑾,黄久红,黄为红. 泰州市 2005–2012 年蔬菜中铅、镉污染状况分析[J]. 现代预防医学, 2014, 41(10): 1766–1768.
- Zhao J, Huang JH, Huang WH. Analysis on lead and cadmium contamination in vegetables in Taizhou during 2005–2012 [J]. Mod Prev Med, 2014, 41(10): 1766–1768.
- [14] 张维蔚,侯建荣,余超,等. 广州市居民膳食镉含量监测及暴露评估[J]. 职业与健康, 2017, 33(4): 477–480.
- Zhang WW, Hou JR, Yu C, *et al.* Surveillance and dietary exposure assessment on cadmium in Guangzhou residents [J]. Occup Health, 2017, 33(4): 477–480.
- [15] 李存仙,王永平,孙朋飞,等. 楚雄州部分市售食品中铅镉汞砷监测结果[J]. 职业与健康, 2017, 33(8): 1058–1061.
- Li CX, Wang YP, Sun PF, *et al.* Monitoring results of lead, cadmium, mercury and arsenic contents in some commercially available foods of Chuxiong city [J]. Occup Health, 2017, 33(8): 1058–1061.
- [16] 程妍,孙建云,李拥军,等. 甘肃省市售蔬菜中镉污染状况调查[J]. 疾病预防控制中心通报, 2017, 32(3): 84–86.
- Cheng Y, Sun JY, Li YJ, *et al.* Investigation on cadmium pollution in commercial vegetables in Gansu [J]. Bull Dis Control Prev, 2017, 32(3): 84–86.
- [17] 杨淋清,潘柳波,王舟,等. 深圳市居民通过蔬菜对镉的暴露风险评估[J]. 中国食品卫生杂志, 2018, 30(4): 436–440.
- Yang LQ, Pan LB, Wang Z, *et al.* Risk assessment of cadmium exposure of Shenzhen residents through vegetables [J]. Chin J Food Hyg, 2018, 30(4): 436–440.
- [18] 吴永宁,赵云峰,李敬光. 第五届中国总膳食研究[M]. 北京: 科学出版社, 2018.
- Wu YN, Zhao YF, Li JG. The fifth china total diet study [M]. Beijing: Science Press, 2018.

(责任编辑: 韩晓红)

作者简介

覃艳淑, 工程师, 主要研究方向为食品安全监测评价。
E-mail: qys_12345@126.com

唐文, 硕士, 工程师, 主要研究方向为食品安全监管。
E-mail: 963842186@qq.com