

风险监测

2012—2016 年内蒙古地区主要食品中铅镉总汞污染调查分析

蒲云霞,单美娜,陈志民,苏军,徐晓枫,包玉龙,杨剑业,崔春霞

(内蒙古综合疾病预防控制中心,内蒙古呼和浩特 010031)

摘要:目的 了解内蒙古地区食品中铅、镉、总汞的污染水平,为及时发现食品安全隐患和进行风险预警提供基础数据。方法 按照2012—2016年内蒙自治区食品中化学污染物监测计划,结合内蒙古地区地产食品种类及分布特点,采集内蒙古地区12个盟市的本地产食品样品,采用国家食品安全标准方法对样品中铅、镉、总汞进行检测,按照食品污染物限量标准进行评价。结果 共采集8类食品,其中监测铅含量的有效样品为4 212份,检出率为32.72% (1 378/4 212),超标率为0.76% (32/4 212),超标的食品类别主要为食用菌(以鲜食用菌计),超标率为7.37% (14/190);监测镉含量的有效样品为4 173份,检出率为54.18% (2 261/4 173),超标率为0.58% (24/4 173),超标的食品类别主要为食用菌(以鲜食用菌计)、水产动物及其制品及肉与肉制品,超标率分别为3.68% (7/190)、2.06% (9/437)及1.15% (6/524);监测总汞含量的有效样品为4 217份,检出率为32.68% (1 378/4 217),超标率为0.50% (21/4 217),超标食品主要为食用菌(以鲜食用菌计)及蔬菜,超标率分别为3.68% (7/190)与1.01% (11/1 088)。结论 内蒙古地区生产的食用菌(以鲜食用菌计)、水产动物及其制品、肉与肉制品、蔬菜中存在重金属污染情况,应引起高度重视。

关键词:食品污染物;铅;镉;汞;重金属;调查分析;内蒙古

中图分类号:R155 文献标识码:A 文章编号:1004-8456(2018)02-0177-05

DOI:10.13590/j.cjfh.2018.02.011

Investigation of food contamination of lead, cadmium and mercury in Inner Mongolia

PU Yun-xia, SHAN Mei-na, CHEN Zhi-min, SU Jun, XU Xiao-feng,

BAO Yu-long, YANG Jian-ye, CUI Chun-xia

(Inner Mongolia Comprehensive Center for Disease Control and Prevention, Inner Mongolia Huhehot 010031, China)

Abstract: Objective To discover the food contamination of lead, cadmium and mercury and provide basic evidence for the risk assessment. **Methods** According to the surveillance plan during 2012-2016, samples were collected from 12 regions of Inner Mongolia separately. The lead, cadmium and mercury content in food was measured and evaluated according to the national standards. **Results** Eight kinds of food were monitored during 2012-2016. 4 212 samples were tested for lead. The detection rate was 32.72% (1 378/4 212), and the violation rate was 0.76% (32/4 212). The violation rate was the highest in mushroom, with 7.37% (14/190). 4 173 samples were tested for cadmium, the detection rate was 54.18% (2 261/4 173), and the violation rate was 0.58% (24/4 173). The most violations were in mushroom, aquatic products, meat and meat products, with the violation rate of 3.68% (7/190), 2.06% (9/437) and 1.15% (6/524) respectively. 4 217 samples were tested for mercury. The total detection rate was 32.68% (1 378/4 217), total violation rate was 0.50% (21/4 217), the most violation were in mushroom and vegetables. The violation rate was 3.68% (7/190) and 1.01% (11/1 088). **Conclusion** The evidence showed that mushroom, aquatic products, meat and meat products, vegetables were contaminated by heavy metal in Inner Mongolia.

Key words: Food contaminants; lead; cadmium; mercury; heavy metals; investigation; Inner Mongolia

收稿日期:2018-02-08

基金项目:内蒙古自然科学基金(2014MS08128)

作者简介:蒲云霞 女 副主任检验师 研究方向为食品安全风险检测与评估 E-mail:btalisa2008@163.com

通信作者:崔春霞 女 副主任检验师 研究方向为食品安全与营养 E-mail:295603469@qq.com

随着社会经济的发展,人民生活水平不断提高,食品中重金属污染的关注度逐渐提高。特别是人类对重金属的开采、冶炼、加工及商业制造活动日益增加,造成不少重金属(铅、镉、汞等)进入大气、水及土壤中,引起环境污染,导致食品中重金属含量超标率也不断攀升^[1]。铅、镉和汞是人体毒性较强的3种重金属,在自然界中广泛分布,由于其在

环境中移动性小、残留性高,容易造成持久性污染,且污染具有蓄积性、食物链传递性和不易降解等特点,在人体内长期蓄积会产生严重危害^[2]。为了解内蒙古地区食品中铅、镉、汞的污染现状,本研究对2012—2016年内蒙古地区居民消费量较大的8类食品中铅、镉、总汞含量进行采样检测。

1 材料与amp;方法

1.1 材料

1.1.1 样品来源

2012—2016年,在内蒙古的12个盟市102个旗县(区),按照随机抽样原则分别在食品商店、农贸市场、超市、种植养殖环节随机抽取包括谷物及其制品、乳及乳制品、蛋与蛋制品、肉与肉制品、蔬菜、食用菌(以鲜食用菌计)、水产动物及其制品、水果8类食品样品,进行铅、镉及总汞含量检测。食品类别是依据内蒙古地区历年食品安全风险监测样品种类及居民主要消费品种确定。

1.1.2 主要仪器与试剂

ZEE nit 700型原子吸收光谱仪(德国耶拿),AFS-230E原子荧光光谱仪(北京海光)。

1.2 方法

1.2.1 检测方法

铅采用GB 5009.12—2017《食品安全国家标准食品中铅的测定》^[3]中的石墨炉原子吸收光谱法,检出限为0.005 mg/kg;镉采用GB 5009.15—2014《食品安全国家标准食品中镉的测定》^[4]中的石墨炉原子吸收光谱法,检出限为0.000 1 mg/kg;总汞

采用GB 5009.17—2014《食品安全国家标准食品中总汞及有机汞的测定》^[5]中的原子荧光光谱分析法,检出限为0.000 1 mg/kg。

1.2.2 实验室质量控制

对各检测机构进行了铅、镉、总汞盲样考核,考核合格后方能进行样品检测。另外,检测机构在进行样品检测的同时测定统一下发的标准参考物质,并将标准参考物质的测定结果与样品检测结果同时上报,标准参考物质的测定结果均在标准范围内。

1.2.3 评价方法及标准

按照GB 2762—2017《食品安全国家标准食品中污染物限量》^[6]中铅、镉、总汞限量指标进行评价。

2 结果

2.1 食物中铅的检测结果

4 212份样品中铅的检出率为32.72%(1 378/4 212),含量范围为 $\leq 0.005 \sim 2.06$ mg/kg,其中有32份样品超标,超标率为0.76%(32/4 212)。8类食品中铅的检出率差异有统计学意义($\chi^2 = 172.12, P < 0.01$),检出率最高的是谷物及其制品(43.66%, 427/978),其次为肉与肉制品和食用菌(以鲜食用菌计),检出率分别为39.12%(205/524)和38.95%(74/190);8类食品中铅的超标率差异有统计学意义($\chi^2 = 55.14, P < 0.01$)。其中,食用菌(以鲜食用菌计)中铅的超标率最高(7.37%, 14/190),其余食品超标率均在1.00%以下,见表1。

表1 2012—2016年内蒙古8类食物中铅的污染情况

Table 1 Pollution of lead in 8 kinds of foods in 2012-2016

食品类别	样品份数	含量范围/(mg/kg)	均值/(mg/kg)	P95/(mg/kg)	RSD/%	检出份数(%)	超标份数(%)
谷物及其制品	978	$\leq 0.005 \sim 0.320$	0.023 8	0.120	1.77	427(43.66)	3(0.31)
蔬菜	1 078	$\leq 0.005 \sim 0.296$	0.017 5	0.024 0	2.26	356(33.02)	8(0.74)
水果	272	$\leq 0.005 \sim 0.130$	0.007 70	0.018 0	2.50	59(21.69)	2(0.74)
水产动物及其制品	437	$\leq 0.005 \sim 0.490$	0.026 4	0.180	2.68	134(30.66)	0(0.00)
蛋与蛋制品	145	$\leq 0.005 \sim 0.350$	0.015 6	0.085 0	2.85	36(24.83)	1(0.69)
肉与肉制品	524	$\leq 0.005 \sim 1.12$	0.029 0	0.140	2.65	205(39.12)	3(0.57)
乳及乳制品	588	$\leq 0.005 \sim 0.270$	0.004 70	0.031 0	3.99	87(14.80)	1(0.17)
食用菌(以鲜食用菌计)	190	$\leq 0.005 \sim 2.06$	0.082 3	0.520	2.50	74(38.95)	14(7.37)
合计	4 212	—	—	—	—	1 378(32.72)	32(0.76)

注:—表示无此数据

在各食品细类中,谷物及其制品中铅的检出率较高的为小麦(95.96%, 95/99)和大米(54.38%, 87/160);肉与肉制品中铅的检出率较高的为肾脏(66.67%, 64/96);在水产动物及其制品中,软体动物的检出率较高(72.22%,

13/18),其次为鱼类(35.94%, 69/192)与甲壳类(22.87%, 51/223);在食用菌(以鲜食用菌计)中平菇与香菇的检出率较高,分别为33.33%(7/21)及25.00%(11/44)。铅超标的食品主要为肾脏、口蘑及香菇,超标率分别为13.54%

(13/96)、11.11% (1/9)、2.27% (1/44)。

2.2 食物中镉的检测结果

4 173 份样品中镉的检出率为 54.18% (2 261/4 173),含量范围为 $\leq 0.000 1 \sim 3.20$ mg/kg,其中有 24 份样品超标,超标率为 0.58% (24/4 173)。8 类食品中镉的检出率差异有统计学意义($\chi^2 = 494.55, P < 0.01$),其中食用菌(以鲜食

用菌计)中镉的检出率最高(87.37%,166/190);其次为谷物及其制品(73.72%,707/959)。8 类食品中镉的超标率差异有统计学意义($\chi^2 = 43.31, P < 0.01$),食用菌(以鲜食用菌计)中镉的超标率最高(3.68%,7/190),其次为水产动物及其制品和肉与肉制品,超标率分别为 2.06% (9/437)和 1.15% (6/524),见表 2。

表 2 2012—2016 年内蒙古 8 类食物中镉的污染情况
Table 2 Pollution of cadmium in 8 kinds of foods in 2012-2016

食品类别	样品份数	含量范围 /(mg/kg)	均值 /(mg/kg)	P95 /(mg/kg)	RSD /%	检出份数 (%)	超标份数 (%)
谷物及其制品	959	$\leq 0.000 1 \sim 0.140$	0.007 88	0.023 0	1.29	707(73.72)	0(0.00)
蔬菜	1 078	$\leq 0.000 1 \sim 0.392$	0.007 56	0.037 0	2.36	631(58.53)	1(0.09)
水果	282	$\leq 0.000 1 \sim 0.042 3$	0.001 81	0.010 0	3.01	90(31.91)	0(0.00)
水产动物及其制品	437	$\leq 0.000 1 \sim 3.20$	0.067 5	0.310	4.32	207(47.37)	9(2.06)
蛋与蛋制品	115	$\leq 0.000 1 \sim 0.067 0$	0.003 87	0.018 0	2.30	44(38.26)	1(0.87)
肉与肉制品	524	$\leq 0.000 1 \sim 2.48$	0.062 9	0.310	2.97	256(48.85)	6(1.15)
乳及乳制品	588	$\leq 0.000 1 \sim 0.072 0$	0.001 24	0.005 90	3.75	160(27.21)	—
食用菌(以鲜食用菌计)	190	$\leq 0.000 1 \sim 2.54$	0.213	0.920	5.80	166(87.37)	7(3.68)
合计	4 173	—	—	—	—	2 261(54.18)	24(0.58)

注:—表示无此数据

镉在各食品细类中的检出率范围为 38.46% ~ 100.00%,谷物及其制品中检出率最高的为小麦(100.00%,128/128),其次是大米(85.00%,136/160)与小麦粉(83.44%,267/320);食用菌(以鲜食用菌计)中检出率较高的为香菇(100.00%,44/44)、口蘑(100.00%,9/9)与木耳(100.00%,99/99),平菇(85.71%,18/21)、银耳(90.00%,9/10)及杏鲍菇(95.83%,23/24)的检出率均 $> 85.00%$;蔬菜中镉检出率较高的为苦苣菜(87.50%,7/8)与马铃薯(77.97%,46/59)。镉超标的食品类别主要为食用菌(以鲜食用菌计)和水产动物及其制品,食用菌(以鲜食用菌计)中香菇的超标率为 4.55% (2/44),榛蘑的超标率为 20.00% (1/5),水产动物及其制品中海蟹的超标率较高(31.25%,5/16),其次为淡水蟹(2.60%,2/77)。

肉与肉制品中肾脏中镉的检出率与超标率均最高,分别为 86.46% (83/96)与 13.54% (13/96)。液态奶、乳粉与奶酪目前还没有卫生标准,无法评价。

2.3 食物中总汞的检测结果

4 217 份样品中汞的检出率为 32.68% (1 378/4 217),含量范围为 $\leq 0.000 1 \sim 1.46$ mg/kg。超标样品 21 份,超标率为 0.50% (21/4 217)。8 类食品中总汞的检出率差异有统计学意义($\chi^2 = 225.97, P < 0.01$),其中水产动物及其制品中总汞的检出率最高(53.32%,241/452),其次为食用菌(以鲜食用菌计),检出率为 44.21% (84/190)。8 类食品中总汞的超标率差异有统计学意义($\chi^2 = 34.051, P < 0.01$),其中食用菌(以鲜食用菌计)中总汞的超标率最高(3.68%,7/190),其次为蔬菜(1.01%,11/1 088),见表 3。

表 3 2012—2016 年内蒙古 8 类食物中总汞的污染情况
Table 3 Pollution of mercury in 8 kinds of foods in 2012-2016

食品类别	样品份数	含量范围 /(mg/kg)	均值 /(mg/kg)	P95 /(mg/kg)	RSD /%	检出份数 (%)	超标份数 (%)
谷物及其制品	988	$\leq 0.000 1 \sim 0.023 2$	0.001 33	0.007 30	2.28	361(36.54)	1(0.10)
蔬菜	1 088	$\leq 0.000 1 \sim 0.049 5$	0.000 935	0.005 60	3.10	276(25.37)	11(1.01)
水果	272	$\leq 0.000 1 \sim 0.009 50$	0.000 317	0.001 90	4.29	27(9.93)	0(0.00)
水产动物及其制品	452	$\leq 0.000 1 \sim 0.490$	0.031 1	0.130	2.02	241(53.32)	0(0.00)
蛋与蛋制品	115	$\leq 0.000 1 \sim 0.035 0$	0.002 62	0.013 2	2.31	44(38.26)	0(0.00)
肉与肉制品	524	$\leq 0.000 1 \sim 0.120$	0.003 15	0.014 0	2.80	203(38.74)	1(0.19)
乳及乳制品	588	$\leq 0.000 1 \sim 0.160$	0.002 66	0.009 60	4.38	142(24.15)	1(0.17)
食用菌(以鲜食用菌计)	190	$\leq 0.000 1 \sim 1.46$	0.040 1	0.180	4.05	84(44.21)	7(3.68)
合计	4 217	—	—	—	—	1 378(32.68)	21(0.50)

注:—表示无此数据

在各食品细类中,总汞的检出率范围在0.00%~53.32%之间,检出率最高的为水产动物制品(53.32%,241/452),其中,软体动物类(55.56%,10/18)、海水鱼类(59.09%,13/22)、甲壳类(56.72%,135/238)中总汞的检出率均>50.00%。总汞超标的食品类别主要为食用菌(以鲜食用菌计)及蔬菜,食用菌(以鲜食用菌计)中草菇的超标率为37.50%(3/8),蔬菜中茼蒿、紫甘蓝、小白菜及韭菜的超标率分别为11.54%(3/26)、4.76%(1/21)、5.00%(2/40)及1.30%(1/77)。小麦及液态乳中也有超标样品检出。

2.4 不同监测地区铅、镉、总汞的污染情况

表4 不同监测地区铅、镉、总汞的污染情况

Table 4 Results of lead, cadmium, mercury in different regions

监测地区	铅			镉			总汞		
	样品份数	检出份数 (%)	超标份数 (%)	样品份数	检出份数 (%)	超标份数 (%)	样品份数	检出份数 (%)	超标份数 (%)
呼和浩特市	499	68(13.63)	0(0.00)	499	207(41.48)	4(0.80)	499	69(13.83)	0(0.00)
包头市	514	313(60.89)	10(1.95)	514	347(67.51)	1(0.19)	514	146(28.40)	0(0.00)
乌海市	156	46(29.49)	0(0.00)	156	58(37.18)	0(0.00)	156	33(21.15)	0(0.00)
赤峰市	564	238(42.20)	2(0.35)	541	385(71.16)	8(1.48)	581	360(61.96)	9(1.55)
通辽市	533	83(15.57)	5(0.94)	540	211(39.07)	1(0.19)	563	139(24.69)	1(0.18)
鄂尔多斯市	301	121(40.20)	6(1.99)	401	236(58.85)	5(1.25)	401	136(33.92)	3(0.75)
呼伦贝尔市	288	65(22.57)	1(0.35)	288	153(53.12)	0(0.00)	288	108(37.50)	1(0.35)
巴彦淖尔市	358	155(43.30)	3(0.84)	316	223(70.57)	1(0.32)	419	119(28.40)	0(0.00)
乌兰察布市	277	155(55.96)	0(0.00)	267	162(60.67)	0(0.00)	267	105(39.33)	0(0.00)
兴安盟	304	51(16.78)	2(0.66)	317	137(43.22)	3(0.95)	317	95(29.97)	0(0.00)
锡林郭勒盟	307	46(14.98)	3(0.98)	235	113(48.09)	1(0.43)	307	59(19.22)	7(2.28)
阿拉善盟	111	37(33.33)	0(0.00)	99	29(29.29)	0(0.00)	109	9(8.26)	0(0.00)
合计	4 212	1 378(32.72)	32(0.76)	4 173	2 261(54.18)	24(0.58)	4 217	1 378(32.68)	21(0.50)

3 讨论

2012—2016年,内蒙古地区监测的8类食品主要为本地食品,能够反映内蒙古地区食品中铅、镉、总汞的主要污染状况。监测结果表明,内蒙古地区的部分食品存在重金属污染现象。在监测的8类食品中,铅、镉、总汞的总超标率分别为0.76%、0.58%和0.50%,低于北京、河南、广东等地区数据^[7-9]。铅、镉、总汞超标率较高的食品主要为食用菌(以鲜食用菌计)、水产动物及其制品、肉与肉制品及蔬菜。与其他7类食品相比较,食用菌(以鲜食用菌计)中铅、镉和总汞的超标率均最高,分别为7.37%、3.68%、3.68%。食用菌(以鲜食用菌计)中铅和镉的超标率高于北京市昌平区和朝阳区食用菌(以鲜食用菌计)中的含量^[2,7]。说明内蒙古地区食品中存在重金属污染的现象,其中食用菌(以鲜食用菌计)污染问题比较严重,相关部门应予以重点关注。

结果显示,包头市铅、镉的检出率较高,铅的超

标率较高,可能与包头市为钢铁城市,与空气污染有关,但空气中重金属的浓度还没达到食品中超标的浓度。赤峰市总汞的检出率较高,可能是因为赤峰市有金矿开采,汞元素是金的伴生元素,金矿的开采对土壤、大气及水直接造成汞污染。进一步分析内蒙古地区粮食、蔬菜中铅、镉、总汞的污染主要有以下4方面的原因:1)采矿、化工、冶金、电镀等工业废物的排放引起的土壤和水污染;2)煤田、煤矿的开采及煤炭燃烧产生的重金属随风飘入大气,通过干沉降或湿沉降污染了土壤和水;3)地理条件,内蒙古地区的包头市、巴彦淖尔市、锡林郭勒盟地区是有色金属矿区,因地质、地理条件特殊在土壤、水及空气中某些金属元素含量较高;4)生产过程中施用的化肥、农药等。

食用菌中重金属既来自污染的土壤和水,也来自栽培用的基质,食用菌对金属离子具有一定的富集或生物转化作用,当土壤和水以及栽培基质污染重金属后,食用菌的重金属富集作用明显加强,导致子实体重金属的超标^[10-15]。由于国家目前还没有干食用菌

的卫生评价标准,因此,按照 GB 7096—2014《食品安全国家标准 食用菌及其制品》^[16]中对干食用菌的定义(干食用菌指水分含量 ≤ 13 g/100 g),按照食用菌的干鲜比例 1:7.7 将干食用菌折算成鲜食用菌进行统计。

2010 年,联合国粮农组织/世界卫生组织(FAO/WHO)食品添加剂联合专家委员会(JECFA)撤销了原先制定的铅每周耐受摄入量为 25 $\mu\text{g}/\text{kg}$ BW 的值,提出镉的每月可耐受摄入量为 25 $\mu\text{g}/\text{kg}$ BW,总汞的每周可耐受摄入量为 4 $\mu\text{g}/\text{kg}$ BW^[17-18]。以标准体重 60 kg 的轻体力劳动成年男性计,镉和总汞的可耐受摄入量则分别为 50 和 34 $\mu\text{g}/\text{d}$ 。以人均摄入量较多的谷物及其制品为例,若按《中国居民膳食指南(2016)》^[19]中粮食产品每人 400 g/d,按照监测结果中粮食类镉和总汞含量的最大测量值 140 和 23.20 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 计算,镉、总汞的实际摄入量最高可达 56 和 9.28 $\mu\text{g}/\text{d}$,镉的实际摄入量超过了可耐受摄入量,总汞的实际摄入量约为可耐受摄入量的 1/4,如果再加上蔬菜、水果、肉与肉制品、水产动物及其制品、乳及乳制品、食用菌等的摄入,重金属污染的问题应该引起重视。对于铅超标食品,从健康角度讲,如果没有长期食用,一般不会对消费者造成明显的健康损害,但也应依法采取监管措施,因此,下一步相关部门应从重金属污染的源头上治理,例如控制工业三废的排放,减少工业污水的灌溉,减少重金属矿山的开采、冶炼及其加工等人为活动导致的环境中重金属含量增加,加强和完善重金属污染防治立法^[15,20],保障消费者食品安全。

参考文献

- [1] 陶亮,张乃明. 云南部分地区农产品重金属污染现状与分析[J]. 中国农学通报,2017,20(33):83-89.
- [2] 芦丹,刘国蓉,王焕新,等. 2010—2014 年北京市昌平区市售农产品中铅镉汞含量检测结果[J]. 中国预防医学杂志,2017,18(7):548-551.
- [3] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会,国家食品药品监督管理总局. 食品安全国家标准 食品中铅的测定:GB 5009.12—2017 [S]. 北京:中国标准出版社,2017.
- [4] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 食品安全国家标准 食品中镉的测定:GB 5009.15—2014 [S]. 北京:中国标准出版社,2014.
- [5] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 食品安全国家标准 食品中总汞及有机汞的测定:GB 5009.17—2014 [S]. 北京:中国标准出版社,2014.
- [6] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会,国家食品药品监督管理总局. 食品安全国家标准 食品中污染物限量:GB 2762—2017 [S]. 北京:中国标准出版社,2017.
- [7] 林少美,尚晓红,刘丽萍,等. 北京市朝阳区食用菌中重金属污染状况分析[J]. 卫生研究,2015,5(44):837-840.
- [8] 李杉,杨丽,袁蒲,等. 河南省居民膳食中铅、镉暴露水平评估[J]. 中国健康教育,2016,3(9):791-794.
- [9] 蔡文华,苏祖俭,胡曙光,等. 广东省居民重点食品中铅、镉的含量及暴露情况的评估[J]. 中国卫生检验杂志,2015,25(14):2388-2390.
- [10] 张民,龚子同. 我国菜园土壤中某些重金属元素的含量与分布[J]. 土壤学报,1996,33(1):85-93.
- [11] 刘颖,孙志伟. 汞的免疫毒性研究进展[J]. 中国公共卫生,2005,21(2):234-235.
- [12] 孙敏华,吴学谦,魏海龙,等. 食用菌有毒有害物质及防控技术研究进展[J]. 中国林副特产,2007(5):74-76.
- [13] 王竹天. 食品污染物监测及其健康影响评价的研究简介[J]. 中国食品卫生杂志,2004,16(2):99-103.
- [14] 沈向红,汤筠,应英,等. 浙江省部分食品中铅镉污染水平研究[J]. 中国食品卫生杂志,2006,18(5):413-417.
- [15] 刘婷婷,蒲云霞,王文瑞,等. 2010—2011 年内蒙古地区食品中铅、镉、汞污染调查分析[J]. 中国食品卫生杂志,2013,6(25):548-551.
- [16] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 食品安全国家标准 食用菌及其制品:GB 7096—2014 [S]. 北京:中国标准出版社,2014.
- [17] 宋雯,李优琴,吕康,等. 江苏省稻米镉含量调查及其膳食暴露评估[J]. 农业环境科学学报,2016,35(5):886-893.
- [18] 李筱薇,刘卿,刘丽萍,等. 应用中国总膳食研究评估中国人膳食铅暴露分布状况[J]. 卫生研究,2012,41(3):379-384.
- [19] 中国营养学会. 中国居民膳食指南(2016) [M]. 北京:人民卫生出版社,2016.
- [20] 罗吉. 我国重金属污染防治立法现状及改进对策[J]. 环境保护,2012,18(4):24-26.