

叶菜类蔬菜中农药残留及膳食暴露风险评估

左晓磊¹, 刘培², 齐琨³, 赵义良¹, 马丽⁴, 王雪², 韩爱云^{5*}

- (1. 石家庄市畜产品和兽药饲料质量检测中心, 石家庄 050041; 2. 石家庄市农产品质量检测中心, 石家庄 050021; 3. 石家庄市农业技术推广中心, 石家庄 050021; 4. 石家庄市农业机械化推广站, 石家庄 050021; 5. 石家庄学院, 石家庄 050035)

摘要: 目的 了解叶菜类蔬菜农药残留现状, 并评估农药残留的膳食暴露风险。**方法** 随机采集主要叶菜类样品 682 批, 采用 NY/T761—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》方法检测 105 项农药残留, 分析叶菜类蔬菜农药残留现状, 并结合我国居民蔬菜消费情况, 用每日允许摄入量和急性参考剂量分别对残留农药进行慢性及急性膳食暴露风险评估。**结果** 叶菜类蔬菜合格率为 98.97%, 蔬菜检出率为 6.74%, 农药检出率为 7.78%, 超标率为 1.03%。超标农药为水胺硫磷和毒死蜱。每日允许摄入量和急性参考剂量膳食暴露风险均远小于 1。**结论** 叶菜类蔬菜中各农药残留量风险均在安全范围内, 农药残留的膳食暴露风险很小, 水胺硫磷、毒死蜱是潜在的风险因子, 应加强防患。

关键词: 叶菜; 农药残留; 膳食暴露; 风险评估。

Residue and dietary exposure risk assessment of pesticide in leaf vegetables

ZUO Xiao-Lei¹, LIU Pei², QI Kun³, ZHAO Yi-Liang¹, MA Li⁴, WANG Xue², HAN Ai-Yun^{5*}

(1. Shijiazhuang Animal Products and Veterinary Drug Feed Quality Testing Center, Shijiazhuang 050041, China; 2. Shijiazhuang Agricultural Product Quality Testing Center, Shijiazhuang 050021, China; 3. Shijiazhuang Agricultural Technology Extension Center, Shijiazhuang 050021, China; 4. Shijiazhuang Agricultural Mechanization Extension Promotion, Shijiazhuang 050021, China; 5. Shijiazhuang University, Shijiazhuang 050035, China)

ABSTRACT: Objective To study the current situation of pesticide residues in leaf vegetables and assess the risk of dietary exposure of pesticides. **Methods** Total of 682 leaf vegetable samples were collected randomly, 105 pesticide residues were detected according to the method of NY/T 761—2008 *Determination of multiple residues of organophosphorus, organochlorine, pyrethroids and aminomethyl esters in vegetables and fruits*, and the current situation of pesticide residues in leaf vegetables was analyzed. Based on the consumption of vegetables in China, the risk of chronic and acute dietary intake of pesticide residues was assessed by acceptable daily intake and acute reference dose respectively. **Results** The qualification rate of leaf vegetables was 98.97%, the detection rate of vegetables was 6.74%, the detection rate of pesticides was 7.78%, and the over standard rate of pesticides was 1.03%. The over standard pesticides were thiamine and chlorpyrifos. The dietary risks of acceptable daily intake and acute reference dose were less than 1. **Conclusion** The safety risks of pesticide residues in leaf vegetables are all within the acceptable ranges, and the dietary exposure risks of pesticide residues are very small. Thiamine and chlorpyrifos

基金项目: 河北省 2019 年度引进留学人员资助项目(C20190186)

Fund: Supported by Hebei Province for Introducing Overseas Students in 2019 (C20190186)

*通信作者: 韩爱云, 博士, 副教授, 主要研究方向为食品营养与安全研究。E-mail: irene0001@126.com

*Corresponding author: HAN Ai-Yun, Ph.D, Associate Professor, Shijiazhuang University, Shijiazhuang 050035, China. E-mail: irene0001@126.com

are potential risk factors, and prevention should be strengthened.

KEY WORDS: leaf vegetables; pesticide residue; dietary exposure; risk assessment.

0 引言

近年来, 农业生产水平高速发展, 农产品特别是蔬菜产量逐年增加。但蔬菜种植中, 菜农为防治病虫害、除草杀菌等使用多种农药, 造成农药残留超标, 蔬菜的质量安全也受到全社会的关注^[1]。而叶菜作为我国蔬菜种植和消费的主要类型, 在生产中用药更普遍, 农药残留成为蔬菜质量监管的重要内容。农药残留风险评估能够有效加强农产品安全监管, 膳食暴露风险评估也在农产品质量评测上广泛应用^[2-3]。膳食暴露风险评估包括慢性膳食暴露风险评估和急性膳食暴露风险评估。慢性膳食暴露风险水平一般以每日允许摄入量(acceptable daily intake, ADI)为参考指标进行风险描述, 急性膳食暴露风险评估一般以急性参考剂量(acute reference dose, ARfD)为参考指标进行风险描述, 这 2 种评估又分为点评估模型、简单分布评估模型和概率评估模型^[4]。本文以抽检叶菜类蔬菜的农药残留水平, 结合我国居民营养与慢性病状况报告(2015)^[5]及膳食指南相关数据, 对叶菜类蔬菜中残留农药进行膳食暴露风险评估, 以期对蔬菜质量安全生产及管理提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 样品采集

按照 NY/T 789—2004《农药残留分析样本的采样方法》和 GB/T 8855—2008《新鲜水果和蔬菜取样方法》, 在河北蔬菜示范园区、种植基地、合作社、批发市场、集贸市场、超市等采样点, 采集白菜、菠菜、卷心菜、油菜、茼蒿、娃娃菜、芹菜、香菜、油麦菜等叶菜类蔬菜 682 批。

1.2 仪器与设备

7890A 气相色谱分析仪(带电子捕获检测器和火焰光度检测器, 美国安捷伦有限公司); 电子天平(感量 0.0001g, 上海精科有限公司); HR2505 样品粉碎机(荷兰 PHILIPS 公司); 3K30 离心机(德国 SIGMA 公司); RE-52AA 旋转蒸发器(上海亚荣公司); N-EVAP112 氮吹仪(美国 Organomation 公司); SK-1 涡旋振荡器(江苏金坛公司)。

1.3 材料与试剂

0.2 μm 有机滤膜、弗罗里矽柱、氨基柱、固相萃取柱、十八烷基硅烷键合硅胶(C₁₈)、乙二胺-N-丙基硅烷化硅胶(ethylenediamine-N-propylsilanide silica gel, PSA)、石墨化炭黑、陶瓷均质子、微孔滤膜等。甲醇、乙腈、丙酮、正己烷、二氯甲烷(色谱纯, 德国默克公司); 氯化钠

(分析纯, 德国默克公司); 试验用水为美国 Milipore 纯水机制成的超纯水。

1.4 检测项目

叶菜类蔬菜样品检测项目共 4 类 105 项农药, 包括敌敌畏、氧乐果、乐果等 54 项有机磷类农药, 涕灭威、涕灭威亚砷、涕灭威砷等 10 项氨基甲酸酯类农药, 六六六、滴滴涕、百菌清、联苯菊酯、氟氯氰菊酯、氰戊菊酯等 41 项有机氯和拟除虫菊酯类农药。

1.5 检测方法及判定标准

叶菜类蔬菜样品按照 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》进行检测, 结果按照 GB 2763—2016《食品安全国家标准食品中农药最大残留限量》进行判定, 无限量标准的不作评价。

对未检出的叶菜类蔬菜样品, 根据世界卫生组织全球环境监测系统/食品污染监测与评估规划会议所规定的“食品中低水平污染物可信评价”数据处理原则: 当检测数据中未检出比例高于 60%时, 所有未检出数据用检出限(limit of detection, LOD)替代; 当检测数据中未检出数据比例小于等于 60%时, 所有未检出数据用 1/2LOD 替代^[6-7]。

1.6 膳食暴露风险评估

依据国际食品法典委员会(codex alimentarius commission, CAC)制定的食品中污染物风险评估制度, 采用通用指标%ADI 对叶菜类蔬菜农药残留进行慢性膳食暴露风险评估, 用%ARfD 和安全界限(safety margin, SM)对叶菜类蔬菜农药残留进行急性膳食暴露风险评估^[8]。%ADI 和%ARfD ≤ 100%表示所检测农药残留对人体健康危害风险不显著; %ADI 和%ARfD 大于 100%表示所检测农药残留对人体健康危害风险超出可接受限度, 应启动残留风险管理程序^[9-10]。

1.6.1 慢性膳食暴露风险评估

采用%ADI^[11]计算叶菜类蔬菜中农药的慢性膳食暴露风险。%ADI 按照公式(1)计算。

$$\%ADI = (STMR \times P) / (ADI \times bw) \quad (1)$$

公式(1)中, STMR 为规范试验残留中值, 一般取平均残留值^[12], mg/kg; P 为蔬菜消费量, g, 采用《中国居民营养与慢性病状况报告(2015)》中 2012 年中国居民平均每标准人日新鲜蔬菜类食物摄入量 269.4g; ADI 为每日允许摄入量^[11], mg·kg⁻¹·bw⁻¹; bw 为体重, 按成人 60kg 计。

1.6.2 急性膳食暴露风险评估

采用%ARfD 和 SM^[13]计算叶菜类蔬菜中农药的急性

膳食暴露风险。 $\%ARfD$ 按照公式(2)计算, SM 按照公式(4)计算。

$$\%ARfD=(ESTI/ARfD) \quad (2)$$

$$ESTI=HR \times P/bw \quad (3)$$

$$SM=ARfD \times bw/P \quad (4)$$

式(2)~(4)中, $ESTI$ 为估计短期摄入量, kg; $ARfD$ 为急性参考剂量, $mg \cdot kg^{-1} \cdot bw^{-1}$; HR 为试验中最大残留量, mg/kg ; SM 为安全界限, mg/kg 。

2 结果与分析

2.1 叶菜类蔬菜中农药残留情况

叶菜类蔬菜各种农药检出和超标情况见表 1。检测叶菜类蔬菜样品 682 批, 检测农药有机磷、有机氯、拟除虫菊酯、氨基甲酸酯 4 类 105 项参数, 共检测 71610 项次。

定量检测 105 项农药残留, 检出腐霉利、百菌清、毒死蜱、联苯菊酯、水胺硫磷、氯氟氰菊酯、异菌脲、异丙威、滴滴涕、三唑酮、丁草胺、氯氟菊酯等 12 项 53 批次, 超标 2 项 7 批次。有机氯类农药检出率明显较高, 为 7 项 34 批次, 其中毒死蜱超标 2 批次; 其次为拟除虫菊酯类, 检出 3 项 12 批次; 有机磷类检出水胺硫磷 1 项 5 批次且全部超标; 氨基甲酸酯类检测出异丙威 1 项 2 批次。

2.2 各种叶菜类蔬菜检出情况

各种叶菜类蔬菜检出情况见表 2。检测白菜、小白菜、油麦菜等叶菜类蔬菜样品 682 批, 总体合格率为 98.97%, 46 批检出了农药残留, 占比 6.74%, 超标蔬菜 7 批, 占比 1.03%。检出叶菜类蔬菜中 8 批具有 2 种农药混合污染。

2.3 残留农药慢性膳食暴露风险

叶菜类蔬菜中各农药的慢性膳食暴露风险和急性膳食暴露风险结果见表 3。由表 3 可知 12 项农药的慢性膳食暴露风险($\%ADI$)均很低, 水胺硫磷和异丙威慢性风险值较高, 分别为 4.99%和 2.26%, 但均远小于 100%, 表明叶菜类蔬菜的农药慢性膳食暴露风险很低, 是可以接受的。

2.4 残留农药急性膳食暴露风险

依据世界卫生组织(world health organization, WHO)数据库^[14], 滴滴涕的 $ARfD$ 为“unnecessary(不必要)”, 水胺硫磷、丁草胺、异菌脲、异丙威等无 $ARfD$ 外, 其他农药 $ARfD$ 见表 3。由表 3 可知 12 项农药的急性膳食暴露风险($\%ARfD$)在 0.01%~1.61%之间, 远小于 100%。其中联苯菊酯和腐霉利较高, 分别为 1.61%和 1.20%。并且各农药最高残留量均远小于安全界限, 更说明这些农药的急性膳食暴露风险很低, 是可接受的。

表 1 各种农药检出和超标情况统计

Table 1 Statistics on the detection and over standard of various pesticides

农药残留种类	样品数	检出数	检出率/%	超标数	超标率/%	残留水平/(mg/kg)	
有机磷类	水胺硫磷	682	5	0.73	5	0.73	ND~1.19
	毒死蜱	682	9	1.32	2	0.29	ND~0.7
	滴滴涕	682	1	0.15	0	0	ND~0.0083
	三唑酮	682	1	0.15	0	0	ND~0.29
有机氯类	丁草胺	682	1	0.15	0	0	ND~0.0035
	异菌脲	682	2	0.29	0	0	ND~0.21
	百菌清	682	9	1.32	0	0	ND~0.096
	腐霉利	682	11	1.61	0	0	ND~6.9
	氯氟菊酯	682	1	0.15	0	0	ND~0.87
	拟除虫菊酯类	氯氟氰菊酯	682	4	0.59	0	0
	联苯菊酯	682	7	1.03	0	0	ND~0.12
氨基甲酸酯类	异丙威	682	2	0.29	0	0	ND~0.048
合计		53	7.78%	7	1.03	—	

注: ND 表示未检出。

表 2 各种叶菜类蔬菜检出情况统计
Table 2 Statistics on the detection of various leafy vegetables

蔬菜名称	样品数	检出数	检出率/%	超标数	超标率/%	蔬菜名称	样品数	检出数	检出率/%	超标数	超标率/%
白菜	144	10	6.94	5	3.47	根达	9	2	22.22	0	0
小白菜	73	4	5.48	1	1.37	莴笋	6	3	50.00	0	0
油麦菜	63	6	9.52		0	菜心	6		0	0	0
生菜	59	5	8.47		0	芽球玉兰	6		0	0	0
芹菜	52	6	11.54	1	1.92	蒿子秆	3		0	0	0
油菜	43	3	6.98		0	木耳菜	3		0	0	0
娃娃菜	41		0		0	生笋	2		0	0	0
茴香	38		0		0	沙拉菜	1	1	100	0	0
菠菜	35	2	5.71		0	芥菜	1		0	0	0
苦菊	21		0		0	卷心菜	1		0	0	0
空心菜	19		0		0	苦苣	1		0	0	0
茼蒿	15	1	6.67		0	青菜	1		0	0	0
奶白菜	14		0		0	莴苣	1		0	0	0
香菜	12	3	25.00		0	紫苏	1		0	0	0
芦笋	10		0		0	紫油菜	1		0	0	0
合计	682	46	6.74%	7	1.03%						

表 3 农药残留慢性膳食暴露风险评估和急性膳食暴露风险评估
Table 3 Risk assessment of chronic dietary intake and acute dietary intake of pesticides

农药残留种类	慢性膳食暴露风险评估				急性膳食暴露风险评估				
	每日允许摄入量 /(mg·kg ⁻¹ ·bw ⁻¹)	平均残留值 /(mg/kg)	%ADI /%	最高残留量 /(mg/kg)	99.5%位点值 /(mg/kg)	急性参考剂量 /(mg·kg ⁻¹ ·bw ⁻¹)	%ARfD /%	安全界限 /(mg/kg)	
有机磷类	水胺硫磷	0.003	0.0334	4.99	1.1900	0.0688	—	—	—
	毒死蜱	0.01	0.0018	0.08	0.7000	0.0427	0.1000	0.19	22.272
	滴滴涕	0.01	0.0009	0.04	0.0083	0.0009	unnecessary	—	—
	三唑酮	0.03	0.0014	0.02	0.2900	0.0010	0.0800	0.01	17.817
有机氯类	丁草胺	0.1	0.0030	0.01	0.0035	0.0030	—	—	—
	异菌脲	0.06	0.0013	0.01	0.2100	0.0010	—	—	—
	百菌清	0.02	0.0007	0.01	0.0960	0.0226	0.6000	0.02	133.630
	腐霉利	0.1	0.0165	0.07	6.9000	0.2674	0.1000	1.20	22.272
拟除虫菊酯类	氯氰菊酯	0.02	0.0043	0.10	0.8700	0.0030	0.0400	0.03	8.909
	氯氟氰菊酯	0.02	0.0023	0.05	0.1500	0.0127	0.0400	0.14	8.909
	联苯菊酯	0.01	0.0011	0.05	0.1200	0.0358	0.0100	1.61	2.227
氨基甲酸酯类	异丙威	0.002	0.0101	2.26	0.0480	0.0100	—	—	—

注: -表示未有参考标准。

3 结论与讨论

研究表明, 农药等化学污染物的毒性作用与人体吸收量有直接关系, 膳食暴露评估能有效描述蔬菜中农药残留的危害, 并评价对人体健康等危害程度^[14]。本研究中, 682 批叶菜类蔬菜样品中, 农药残留检出 46 批, 超标 7 批, 分别占比 6.74% 和 1.03%。超标蔬菜分别为芹菜 1 批、小白菜 1 批、白菜 5 批, 分别占叶菜类蔬菜 0.15%、0.15% 和 0.73%。这与李进义等^[15]、李安等^[2]、何良兴等^[16]的研究基本相一致, 可能因为叶菜类蔬菜是目前主要生产和消费品种, 叶片表面积大, 与农药直接接触, 农药吸收量较多。定量检测的 105 项农药残留, 检出腐霉利、百菌清、毒死蜱、联苯菊酯、异菌脲、水胺硫磷、氯氟氰聚酯、丁草胺、异丙威、三唑酮、氯氰菊酯、滴滴涕等 12 项 53 个项次。有机氯类农药检出率明显较高, 检出 7 项 34 项次; 其次为拟除虫菊酯类, 检出 3 项 12 项次, 有机磷类和氨基甲酸酯类各检出 1 项, 5 项次和 2 项次。超标农药品种为毒死蜱、水胺硫磷 2 项, 分别超标 2 项次和 5 项次。同时检出 7 批叶菜类蔬菜有 2 项农药混合污染。从农药污染的样品综合比率值进行评价, 有机氯类农药是影响蔬菜质量安全的主要因素, 有机氯类农药具有杀虫谱广、杀虫效果好等优点, 这也是有机氯农药广泛应用的主要原因之一。

在膳食暴露风险评估中, 蔬菜日摄入量参考 2012 年中国居民平均每标准人日新鲜蔬菜类食物摄入量数据 269.4 g, 而《中国居民膳食指南 2016》推荐中国居民每天需摄入 300~500 g 蔬菜^[17], 田美娜等^[18]在河北省居民营养与健康状况调查中, 统计河北省城乡居民蔬菜类日摄入量为 255.5 g, 远低于国家推荐的膳食平衡量。体重数据也参考的是标准人体体重 60 kg。

综上所述, 本研究叶菜类蔬菜慢性膳食暴露风险%ADI 和急性膳食暴露风险%ARfD 均远小于 100%, 表明叶菜类蔬菜质量整体较为安全, 农药残留状况总体良好。但检测过程中发现, 叶菜类蔬菜有腐霉利、百菌清等不同程度残留检出, 水胺硫磷、毒死蜱存在超标现象, 同时部分蔬菜存在联合用药现象, 这些均是影响蔬菜产品质量安全的隐患因子。因此, 仍需引起政府足够的重视, 加强监管力度, 确保蔬菜产品质量安全。

参考文献

- 王冬群, 韩敏晖, 陆宏. 慈溪市蔬菜农药残留时空变化及质量安全风险评估[J]. 浙江农业学报, 2009, 21(6): 609-613.
WANG DQ, HAN MH, LU H, *et al.* The temporal-spatial dynamic changes of pesticide residues in vegetables and the risk evaluation of the vegetable quality and safety in Cixi city [J]. Acta Agric Zhejiangensis, 2009, 21(6): 609-613.
- 李安, 王北洪, 潘立刚, 等. 北京市蔬菜中农药残留现状及慢性膳食暴露评估[J]. 食品安全质量检测学报, 2016, 7(3): 1164-1169.

- LI A, WANG BH, PAN LG, *et al.* Pesticide residues in vegetables and assessment of chronic dietary exposure in Beijing [J]. J Food Saf Qual, 2016, 7(3): 1164-1169.
- 刘守钦, 杨柳, 孙延斌, 等. 济南市市售蔬菜中农药残留及慢性膳食暴露风险评估[J]. 中国食品卫生杂志, 2016, 28(4): 532-535.
LIU SQ, YANG L, SUN YB, *et al.* Surveillance on pesticide residues in vegetables in Jinan and the risk assessment of dietary exposure [J]. Chin J Food Hyg, 2016, 28(4): 532-535.
- 石阶平. 食品安全风险评估[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2010.
SHI JP. Food safety risk assessment [M]. Beijing: China Agricultural University Press, 2010.
- 中国居民营养与慢性病状况报告(2015 年)[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2015.
Nutrition and chronic diseases among Chinese residents(2015) [M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2015.
- 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]. 中华预防医学杂志, 2002, 36(4): 63-64.
WANG XQ, WU YN, CHEN JS. Low level data processing of food pollution monitoring [J]. Chin J Prev Med, 2002, 36(4): 63-64.
- 宫春波, 王朝霞, 孙月琳, 等. 食品安全风险监测数据统计处理常见问题探讨[J]. 中国食品卫生杂志, 2013, 25(6): 575-578.
GONG CB, WANG ZX, SUN YL, *et al.* processing on food safety risk surveillance data [J]. Chin J Food Hyg, 2013, 25(6): 575-578.
- 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评估: 原理、方法和应用[M]. 北京: 中国标准出版社, 2007.
Institute of agricultural quality standards and testing technology. Chinese academy of agricultural sciences. Risk Assessment of agricultural product quality safety: Principles, methods and applications [M]. Beijing: China Standard Press, 2007.
- World Health Organization. Principles and methods for the risk assessment of chemicals in food-Chapter 6: dietary exposure assessment of chemicals in food [Z]. World Health Organization, 2010.
- 刘兆平, 李凤琴, 贾旭东. 食品中化学物风险评估原则和方法[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2012.
LIU ZP, LI FQ, JIA XD. Principles and methods of risk assessment of chemicals in food [M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2012.
- 张志恒, 汤涛, 徐浩, 等. 果蔬中氯吡嘧残留的膳食摄入风险评估[J]. 中国农业科学, 2012, 45(10): 1982-1991.
ZHANG ZH, TANG T, XU H, *et al.* Dietary intake risk assessment of forchlorfenuron residue in fruits and vegetables [J]. Sci Agric Sin, 2012, 45(10): 1982-1991.
- 高仁君, 陈隆智, 张文吉. 农药残留急性膳食风险评估研究进展[J]. 食品科学, 2007, 28(2): 363-368.
WANG RJ, CHEN LZ, ZHANG WJ. Review on pesticides residues acute dietary risk assessment[J]. Food Sci, 2007, 28(2): 363-368.
- World Health Organization. Inventory of evaluations performed by the joint meeting on pesticide residues (JMPR) [DB/OL]. [2014-1-16]. <http://apps.who.int/pesticide-residues-jmpr-database> [2020-09-16].
- 钱永忠, 李耘. 农产品质量安全风险评估—原理、方法和应用[M]. 北京: 中国标准出版社, 2007.
QIAN YZ, LI Y. Principle, method and application of agricultural product quality and safety risk assessment [M]. Beijing: Standards Press of China, 2007.

- [15] 李进义, 闵国平, 严建国, 等. 襄阳市市售蔬菜中农药残留状况调查及慢性膳食暴露评估[J]. 中国卫生检验杂志, 2017, 27(13): 1942–1944.
LI JY, MIN GP, YAN JG, *et al.* Investigation on pesticide residues in market vegetables in Xiangyang and its assessment of chronic dietary exposure [J]. Chin J Health Lab Technol, 2017, 27(13): 1942–1944.
- [16] 何良兴, 张璩文, 李燕. 2010 年杭州市蔬菜有机磷和氨基甲酸酯农药残留状况分析[J]. 中国卫生检验杂志, 2011, 21(6): 1479–1481.
HE LX, ZHANG LW, LI Y. Analysis of organophosphorus and carbamate pesticide residues in vegetables in Hangzhou in 2010 [J]. Chin J Health Lab Technol, 2011, 21(6): 1479–1481.
- [17] 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.
Chinese Nutrition Society. Dietary guidelines of Chinese residents (2016) [M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2016.
- [18] 田美娜, 陈磊, 宋立江, 等. 河北省 7 个监测点城乡居民膳食结构分析[J]. 现代预防医学, 2015, 42(20): 3679–3681.
TIAN MN, CHEN L, SONG LJ, *et al.* Analysis of dietary pattern of

residents at 7 monitoring sites in Hebei Province [J]. Mod Prev Med, 2015, 42(20): 3679–3681.

(责任编辑: 王 欣)

作者简介



左晓磊, 硕士, 研究员, 主要研究方向为畜产品安全研究及监测。
E-mail: zuoxil@163.com



韩爱云, 博士, 副教授, 主要研究方向为食品营养与安全研究。
E-mail: irene0001@126.com