

## 风险评估

## 2016—2020年天津市市售蔬菜中农药残留状况及膳食暴露评估

罗莎,赵帅,高春海,纪艳,马洁  
(天津市疾病预防控制中心,天津 300011)

**摘要:**目的 了解天津市市售蔬菜中农药残留状况及居民膳食暴露风险。方法 根据《国家食品污染物及有害物质风险监测工作手册》要求,采集代表性时令蔬菜 516 份进行农药残留量检测,利用点评估方法对其进行膳食暴露评估。结果 70.54%(364/516)样品检出农药残留,其中 47.29%(244/516)样品同时检出 2 种或以上农药;6.01%(31/516)样品农药残留量超标。各类型农药超标率排序为:有机磷类农药>氨基甲酸酯类农药>拟除虫菊酯类农药>有机氯类农药>杀菌剂类农药,差异有统计学意义( $\chi^2=9.84, P<0.05$ )。超标率位于前三位的农药分别为甲拌磷(2.62%, 10/381)、克百威(1.55%, 8/516)和氯氰菊酯(0.90%, 2/223)。急性膳食暴露评估结果,甲拌磷急性膳食摄入风险值(%ARfD)为 238.89%,克百威%ARfD 为 191.67%,大于 100%,存在不可接受的风险;慢性膳食暴露评估结果,所有检出农药单项食品安全指数值(IFS)均小于 1,风险可以接受。结论 天津市市售蔬菜中农药检出率较高,尤其是多种农药联合使用的现象突出,且仍存在使用禁用农药的情况,甲拌磷、克百威存在急性膳食暴露风险,政府和相关部门应加强对此类农药的监管。

**关键词:**蔬菜;农药残留;膳食暴露评估

中图分类号:R155

文献标识码:A

文章编号:1004-8456(2022)06-1238-06

DOI:10.13590/j.cjfh.2022.06.017

**Present situation and dietary exposure assessment of pesticide residues in vegetables sold in Tianjin from 2016 to 2020**

LUO Sha, ZHAO Shuai, GAO Chunhai, JI Yan, MA Jie

(Tianjin Centers of Disease Control and Prevention, Tianjin 300011, China)

**Abstract: Objective** To explore the current situation of pesticide residues in vegetables sold in Tianjin and the risks for Tianjin residents. **Methods** In accordance with the requirements of "The national food contaminants and harmful factors risk monitoring manual", 516 representative vegetable samples were collected and tested. The exposure level and potential risk were evaluated by point evaluation method. **Results** Pesticide residues were detected in 364 of 516 (70.54%) vegetable samples. There were 244 of 516 (47.29%) vegetable samples with two or more pesticides at the same time. 31 of 516 (6.01%) vegetable pesticide residues exceeded the standard. The rank of violation rate was: Organic phosphorus pesticides>carbamate pesticides>pyrethroids pesticides>organochlorine pesticides>fungicide pesticides, which was significant different ( $\chi^2=9.84, P<0.05$ ). The top three pesticides with the violation rate were phorate (2.62%, 10/381), carbonfuran (1.55%, 8/516) and cypermethrin (0.90%, 2/223). The results of acute exposure risk assessment showed that carbonfuran %ARfD was 238.89%, phorate %ARfD was 191.67%, greater than 100%, which was unacceptable. Chronic exposure risk assessment showed that IFS of all pesticide was less than 1 and the risk was acceptable. **Conclusion** The detection rate of pesticide residues in vegetable in Tianjin was high. Especially, combined use of multiple pesticides was prominent, and the use of banned pesticides still existed. Carbonfuran and phorate were risk factors in acute dietary exposure. The government and relevant departments should strengthen the supervision of pesticide residues in vegetables.

**Key words:** Vegetable; pesticide residues; assessment of dietary exposure

收稿日期:2021-11-26

作者简介:罗莎 女 主管医师 研究方向为食品安全风险监测

E-mail:luosha6@tj.gov.cn

通信作者:马洁 女 副主任医师 研究方向为食品安全风险监测

E-mail:majie605@163.com

蔬菜是居民日常膳食中必不可少的食物种类,其安全性与人体健康息息相关。近年来随着人们对饮食安全性的关注,蔬菜中农药残留亦成为最受关注的食品安全问题之一。蔬菜在种植过程中为防止虫害、提高产量,常常会喷洒农药,农药残留是施药后的必然现象,但残留量如果超过国家最大残

留限量标准,会对人畜产生不良影响或通过食物链对生态系统中的生物造成毒害。有报道显示,长期食用受农药污染的食品可诱发多种慢性疾病,降低机体免疫力,并有可能导致“三致”(致癌、致畸、致突变)<sup>[1]</sup>。为了解天津市市售蔬菜农药残留状况,回应社会关切,2016—2020年根据国家食品安全风险监测计划要求并结合天津消费特点,对辖区16个监测区市售主要蔬菜品种开展杀虫杀螨剂、杀菌剂类农药的监测并对结果进行分析评估,以全面掌握天津市市售蔬菜中农药残留状况,为监管部门开展针对性的监管提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 样品来源

根据《国家食品污染物和有害因素风险监测工作手册》<sup>[2]</sup>(以下简称“工作手册”)中采样要求结合天津市居民蔬菜消费情况,在全市16个监测区(包括市内6区、环城4区、远郊6区)居民日常主要蔬菜购买场所(农贸市场、零售摊点和超市)采集代表性时令蔬菜516份,品种包括叶菜类、甘蓝类、非葫芦科茄果类、瓜类、块根块茎类、鳞茎类、鲜豆类7大类,33个细类。所有样品均由工作人员模拟消费者身份进行采集。

### 1.2 方法

#### 1.2.1 检测项目及方法

按照《工作手册》中《植物性样品中农药多组分残留的GC-MS法测定标准操作程序》进行农药残留量检测,当样品未检出率>60%时,对小于检出限(Limit of detection, LOD)的未检出数据用LOD替代,当样品未检出率≤60%时,未检出数据采用1/2LOD进行统计<sup>[3]</sup>。2016—2020年监测农药指标数分别为29项、42项、35项、24项、34项,包括杀虫杀螨剂(氨基甲酸酯类、拟除虫菊酯类、有机磷类、有机氯类)、杀菌剂2大类46项指标。其中,有机磷类农药16种,氨基甲酸酯类农药4种,拟除虫菊酯类农药7种,杀菌剂18种,有机氯1种。

#### 1.2.2 判定依据

检测结果依据GB 2763—2021《食品安全国家标准 食品中农药最大残留限量》<sup>[4]</sup>所规定的各项限值进行判定。对于大于检测限的,判定为“检出”;超出农药最大残留限量标准的判定为“超标”;对于没有限量标准的不做评价。禁用农药依据中华人民共和国农业农村部发布的“禁限用农药名录”<sup>[5]</sup>有关规定对进行评定。

#### 1.2.3 慢性膳食暴露评估

采用食品安全指数(Index of food safety, IFS)法

对蔬菜中各种农药残留慢性暴露风险进行评估<sup>[6]</sup>。计算公式为:

$$EDI_c = \frac{R_i \times F_i \times E_i \times P_i}{BW}$$

$$IFS_c = \frac{EDI_c \times f}{SI_c}$$

式中:EDI<sub>c</sub>为农药的实际摄入量估算值,mg/kg;BW;R<sub>i</sub>为蔬菜*i*中某农药的残留平均值,mg/kg;F<sub>i</sub>为蔬菜*i*的估计摄入量,g/d,以2002年中国居民营养素与健康状况报告二中大城市人群蔬菜平均摄入量276.7 g/d计;E<sub>i</sub>为蔬菜*i*的可食部分因子(以1计);P<sub>i</sub>为蔬菜*i*的加工处理因子(以1计);SI<sub>c</sub>为农药的安全摄入量,mg/kg·BW,本次选用GB 2763—2021<sup>[4]</sup>中每日允许摄入量(Allowable daily intake, ADI);BW为人群的平均体质量(以60 kg计);f为农药安全摄入量的校正因子(以1计)。IFS≤1时,表明该农药残留对人体安全风险可接受;若IFS>1,表明该农药残留对人体安全风险超过可接受限度。

#### 1.2.4 急性膳食暴露评估

采用急性膳食摄入风险(%ARfD)对蔬菜中各种农药残留急性暴露风险进行评估<sup>[7]</sup>。根据WHO数据库及农残联合专家会议的评估报告<sup>[8-9]</sup>,当%ARfD≤100%时,表示风险可以接受,值越小风险越小,反之风险越大。计算公式:

$$NESTI = (LP \times HR) / BW \times 100\%$$

$$\%ARfD = \frac{NESTI}{ARfD} \times 100\%$$

式中:NESTI为农药估计短期摄入量,mg/(kg·d);LP为人均大份餐食品质量,以500 g/d计;HR为最高残留量,mg/kg;BW为人群平均体质量(以60 kg计);ARfD为急性参考剂量,mg/kg·BW。

### 1.3 统计学分析

采用Excel进行数据录入,SPSS 24.0软件进行统计分析。农药残留检出率和超标率采用χ<sup>2</sup>检验,以P<0.05为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 总体情况

2016—2020年共监测蔬菜样品516份,46项农药指标,获得监测数据16 639条,在364份样品中检测出农药残留,检出率为70.54%(364/516);其中31份样品存在农药残留量超标,样品不合格率为6.01%(31/516)。经χ<sup>2</sup>检验,5年间的样品检出率差异有统计学意义(χ<sup>2</sup>=189.46, P<0.05);5年间的样品不合格率差异无统计学意义(χ<sup>2</sup>=4.82, P>0.05)。见表1。

表1 2016—2020年天津市蔬菜中农药残留总体情况

Table 1 Overall of pesticide residues in vegetables in Tianjin from 2016 to 2020

年份	样品份数	检出份数	检出率/%	不合格样品份数	不合格率/%
2016	135	33	24.44	6	4.44
2017	88	78	88.64	4	4.54
2018	90	78	86.67	9	10.00
2019	102	83	81.37	8	7.84
2020	101	92	91.09	4	3.96
合计	516	364	70.54	31	6.01

2.2 不同品种蔬菜中农药残留情况

按照国家食品安全风险监测食品字典分类原则将监测蔬菜品种分为7类。监测结果显示,所有品种蔬菜样品均检出农药残留。不同种类蔬菜样品检出率差异无统计学意义( $\chi^2=13.21, P>0.05$ )、不合格率差异无统计学意义( $\chi^2=6.92, P>0.05$ )。见表2。

表2 不同种类蔬菜中农药残留检测结果

Table 2 Detection results of pesticide residues in different vegetables

蔬菜类别	样品份数	检出份数	检出率/%	不合格样品份数	不合格率/%
叶菜类	169	131	77.51	11	6.51
鳞茎类	82	61	74.39	9	10.98
茄果类	78	56	71.79	4	5.13
鲜豆类	37	26	70.27	3	8.11
瓜类	38	24	63.16	1	2.63
甘蓝类、芸薹类	57	35	61.40	1	1.75
块根和块茎类	55	31	56.18	2	3.64
合计	516	364	70.54	31	6.01

2.3 蔬菜中不同种类农药的残留情况

2016—2020年监测杀虫杀螨剂、杀菌剂2大类46项指标,检出39项,其中14项为国家禁止(停止)使用农药品种,检出农药品种涵盖所监测所有农药大类。共检出样品364份,检出率70.54%(364/516),其中,244份样品同时检出2种或以上农药,占检出样品的67.03%(244/364),占总样品的47.29%(244/516),最多的在一份样品中检出14种农药;106份样品检出禁止(停止)使用农药,占总样品的20.54%(106/516)。检出农药类型中杀菌剂类农药检出率最高,其次为拟除虫菊酯类农药,有机氯类农药检出率最低。不同种类农药检出率不同,差异有统计学意义( $\chi^2=849.15, P<0.05$ )。见表3。

31份样品中存在农药残留量超标,超标农药品种包括氨基甲酸酯类、有机磷、拟除虫菊酯类、杀菌剂多种类型中的8种,各类型农药超标率排序为:有机磷农药>氨基甲酸酯类农药>拟除虫菊酯>有机氯>杀菌剂类农药,超标率差异有统计学意义( $\chi^2=9.84, P<0.05$ )。超标率列于前3位的农药分别为甲

表3 蔬菜中不同种类农药残留检测结果

Table 3 Detection results of different pesticide residues in vegetables

农药种类	农药名称	样品份数	检出份数	检出率/%	超标份数	超标率/%	
氨基甲酸酯类	克百威*	516	13	2.52	8	1.55	
	灭多威*	313	2	0.64	0	0.00	
	涕灭威*	324	2	0.62	2	0.62	
	异丙威	90	0	0.00	0	0.00	
	小计	516	15	2.91	10	1.94	
拟除虫菊酯类	氯氰菊酯	223	31	13.90	2	0.90	
	氟氯氰菊酯	415	52	12.53	3	0.72	
	氯氟氰菊酯	415	22	5.30	0	0.00	
	联苯菊酯	223	7	3.14	0	0.00	
	溴氰菊酯	221	2	0.90	0	0.00	
	甲氰菊酯	223	1	0.90	0	0.00	
	氰戊菊酯	223	0	0.00	0	0.00	
	小计	415	102	24.47	5	1.20	
	有机磷	毒死蜱*	516	25	4.84	2	0.39
		甲拌磷*	381	17	4.46	10	2.62
乙酰甲胺磷*		236	20	8.47	0	0.00	
敌敌畏		135	1	0.74	0	0.00	
乐果*		236	28	11.86	0	0.00	
氧化乐果*		516	11	2.13	1	0.19	
对硫磷*		223	1	0.45	0	0.00	
三唑磷*		414	11	2.66	0	0.00	
水胺硫磷*		414	26	6.28	0	0.00	
甲胺磷*		324	3	0.93	0	0.00	
甲基对硫磷*		229	0	0.00	0	0.00	
氯唑磷*		223	0	0.00	0	0.00	
灭线磷*		236	1	0.42	0	0.00	
久效磷*		135	0	0.00	0	0.00	
杀扑磷		135	0	0.00	0	0.00	
甲基异硫磷*	313	0	0.00	0	0.00		
小计	516	92	17.83	13	2.52		
有机氯类	硫丹*	279	8	2.87	2	0.72	
杀菌剂	腐霉利	382	80	20.94	0	0.00	
	烯酰吗啉	381	84	22.05	0	0.00	
	甲基硫菌灵	184	24	13.04	0	0.00	
	苯醚甲环唑	381	69	18.11	0	0.00	
	多菌灵	381	63	16.54	1	0.26	
	戊唑醇	381	32	8.40	0	0.00	
	异菌脲	90	6	6.67	0	0.00	
	啉霉胺	381	21	5.51	0	0.00	
	咪鲜胺	178	11	6.18	0	0.00	
	甲霜灵	381	46	12.07	0	0.00	
	丙环唑	381	30	7.87	0	0.00	
	吡唑醚菌酯	293	17	5.80	0	0.00	
	恶霜灵	293	7	2.39	0	0.00	
	三唑酮	381	19	4.99	0	0.00	
	腈菌唑	293	1	0.34	0	0.00	
	百菌清	381	8	2.10	0	0.00	
	二硫代氨基甲酸酯	378	188	49.74	0	0.00	
五氯硝基苯	381	5	1.31	0	0.00		
小计	382	307	80.37	1	0.26		

注:\*表示禁止(停止)使用农药品种;超标率表示超出国家限量标准值的样品占总样品比例

拌磷(2.62%, 10/381)、克百威(1.55%, 8/516)、氯氰菊酯(0.90%, 2/223)。8种超标农药中6种农药(克百威、甲拌磷、涕灭威、氧化乐果、毒死蜱、硫丹)是农业农村部禁限用农药名录中明令禁止在蔬菜

中使用的农药品种,以上6种农药占全部超标农药的80.65%(25/31)。

2.4 蔬菜中各种农药急性和慢性膳食暴露评估

以大城市人群蔬菜人均摄入量276.7g/d及大份餐食品重量500g/d估算,对蔬菜中检出的各种农药残留的慢性及急性膳食暴露风险进行评估,结果如表4所示,天津市居民市售蔬菜中农药残留的NESTI均值为0.007mg/kg·BW,最大值为0.037

mg/kg·BW,急性膳食摄入风险%ARfD最大值为238.889%;EDI<sub>c</sub>均值为0.000069mg/kg·BW,最大值为0.000028mg/kg·BW,IFS最大值为0.769。甲拌磷%ARfD为238.89%、克百威%ARfD为191.67%,均大于100%,存在不可接受的风险;所有检出农药IFS均小于1,表明2016—2020年天津市蔬菜中农药残留慢性暴露风险在可接受范围内。

表4 蔬菜中不同种类农药残留膳食暴露评估

Table 4 Exposure assessment of dietary intake of different pesticide residues in vegetables

农药种类	农药名称	样品份数	最大检测值/ (mg/kg)	平均检测值/ (mg/kg)	ARfD/ (mg/kg·BW)	NESTI/ (mg/kg·BW)	%ARfD/%	ADI/ (mg/kg·BW)	EDI <sub>c</sub> / (mg/kg·BW)	IFS <sub>c</sub>	
氨基甲酸酯	克百威	516	0.230	0.006	0.001	0.00192	191.667	0.001	0.0000277	0.0277	
	灭多威	313	0.021	0.006	0.003	0.000175	7.000	0.020	0.0000277	0.00140	
	涕灭威	324	0.210	0.007	0.003	0.00175	58.333	0.003	0.0000323	0.0108	
拟除虫菊酯类	氯氰菊酯	223	1.390	0.031	0.040	0.01158	28.958	0.020	0.000143	0.00710	
	氟氯氰菊酯	415	3.340	0.013	0.040	0.0278	69.583	0.040	0.0000599	0.00150	
	氯氟氰菊酯	415	0.380	0.007	0.020	0.00317	15.833	0.020	0.0000323	0.00160	
	联苯菊酯	223	0.260	0.009	—	0.00217	—	0.010	0.0000415	0.00420	
	溴氰菊酯	221	0.130	0.007	0.050	0.00108	2.167	0.010	0.0000323	0.00320	
	甲氰菊酯	223	0.004	0.007	0.001	0.0000333	4.762	0.030	0.0000323	0.00110	
	毒死蜱	516	0.500	0.004	0.100	0.00417	4.167	0.010	0.0000185	0.00180	
有机磷类	甲拌磷	381	0.860	0.010	0.003	0.00717	238.889	0.0007	0.0000457	0.0652	
	乙酰甲胺磷	236	0.086	0.009	0.100	0.000717	0.717	0.030	0.0000415	0.00140	
	敌敌畏	135	0.002	0.001	0.002	0.0000167	0.833	0.004	0.00000461	0.00120	
	乐果	236	0.053	0.003	0.020	0.000442	2.208	0.002	0.0000138	0.00690	
	氧化乐果	516	0.071	0.005	0.020	0.000592	2.958	0.0003	0.0000231	0.0769	
	对硫磷	223	0.008	0.001	0.010	0.0000667	0.667	0.004	0.00000461	0.00120	
	三唑磷	414	0.018	0.005	0.001	0.000150	15.000	0.001	0.0000231	0.0231	
	水胺硫磷	414	0.014	0.002	—	0.000117	—	0.003	0.00000922	0.00310	
	甲胺磷	324	0.009	0.004	0.010	0.0000750	0.750	0.004	0.0000185	0.00460	
	甲基对硫磷	229	0.001	0.001	0.030	0.00000833	0.028	0.003	0.00000461	0.00150	
	灭线磷	236	0.011	0.001	0.050	0.0000917	0.183	0.0004	0.00000461	0.0115	
有机氯类	硫丹	279	0.181	0.003	0.020	0.00151	7.542	0.006	0.0000138	0.00230	
	腐霉利	382	2.040	0.025	—	0.0170	—	0.100	0.000115	0.00120	
	烯酰吗啉	381	1.970	0.050	0.600	0.0164	2.736	0.200	0.000231	0.00120	
	甲基硫菌灵	184	0.380	0.008	—	0.00317	—	0.090	0.0000369	0.00040	
	苯醚甲环唑	381	1.230	0.016	0.300	0.0103	3.417	0.010	0.0000738	0.00740	
	多菌灵	381	2.680	0.020	0.500	0.0223	4.467	0.030	0.0000922	0.00310	
	戊唑醇	381	0.520	0.005	0.300	0.004333	1.444	0.030	0.0000231	0.00080	
	异菌脲	90	4.450	0.110	0.060	0.0371	61.806	0.060	0.000507	0.00850	
	啉霉胺	381	0.510	0.005	—	0.00425	—	0.200	0.0000231	0.00010	
	咪鲜胺和咪鲜胺锰盐	178	1.780	0.021	0.100	0.0148	14.833	0.010	0.0000969	0.00970	
	杀菌剂	甲霜灵和精甲霜灵	381	0.370	0.004	0.100	0.00308	3.083	0.080	0.0000185	0.00020
		丙环唑	381	0.970	0.010	0.300	0.00808	2.694	0.018	0.0000461	0.00260
		吡唑醚菌酯	293	0.450	0.006	0.050	0.00375	7.500	0.030	0.0000277	0.00090
		噁霜灵	293	0.750	0.007	—	0.00625	—	0.010	0.0000323	0.00320
三唑酮		381	0.014	0.001	0.080	0.000117	0.146	0.030	0.00000461	0.00020	
腈菌唑		293	0.003	0.002	0.200	0.0000250	0.013	0.030	0.00000922	0.00030	
百菌清		381	1.040	0.008	0.600	0.00867	1.444	0.020	0.0000369	0.00180	
二硫代氨基甲酸酯		378	2.670	0.190	—	0.0223	—	—	0.000876	—	
五氯硝基苯		381	2.500	0.010	—	0.0208	—	0.010	0.0000461	0.00460	

注:—表示无相应参考值

3 讨论

2016—2020年天津市市售蔬菜中农药残留检出率为70.54%,样品不合格率为6.01%,与深圳<sup>[10]</sup>(检

出率22.86%,不合格率10.95%)、北京<sup>[6]</sup>(检出率21.5%,不合格率0.8%)、宁夏<sup>[11]</sup>(检出率33.98%,不合格率3.40%)相比,天津市市售蔬菜中农药残留

检出率明显高于其他省市,可能原因也在于各省市检测指标不全相同,天津市研究指标较多,且纳入杀菌剂类农药的检测。而在本次检测5类农药中,杀菌剂类农药是检出率最高(80.37%)的农药品种,其次为拟除虫菊酯类(17.38%),氨基甲酸酯类检出率最低(2.91%)。有资料<sup>[12]</sup>显示,杀虫剂类农药由于其急性毒性大,对害虫的作用机理与人体相似,一直是农药残留的监管对象,而随着蔬菜生产发展,杀菌剂类农药由于其广谱、高效、低毒的特性,逐渐成为蔬菜病害防治使用过程中重要农药类型,但由于大部分杀菌剂类农药为较低效或低效农药,在施用一段时间后才可以看到明显防治效果,因此在使用过程中菜农往往刻意提高用量至数倍甚至数十倍,杀菌剂也因此成为蔬菜污染的重要污染源之一。

此外,监测结果显示天津市市售蔬菜中混配农药使用现象较为普遍,在364份农药检出样品中,有244份样品同时检出2种及以上类型农药,占检出样品的67.03%(244/364),占总样品的47.29%(244/516),最多的在一份蔬菜样品中检出14种农药。文献报道<sup>[13]</sup>,混配农药现象比较常见可能由于农民对各种农药性质了解不够,误认为种类越多,药效越好;为了提高杀虫效果,甚至混用禁用高毒农药,致使农药残留种类增多,检出问题严重。有资料<sup>[14]</sup>显示两种以上农药混配之后,药剂对人畜的毒害作用可能会增强,如两种作用机理相似的药剂混合使用,相当于增加了药剂浓度,虽然单种农药用量未超标,但药害风险加大。鉴于目前国内尚无混配农药卫生标准,但对混配农药中毒防治及检测研究不断有报道<sup>[15]</sup>,因此天津市蔬菜中混配农药高检出问题应引起重视。

监测还发现天津市市售蔬菜中禁用农药检出和超标现象突出,存在多种类型农药残留量超标现象,农药品种涉及氨基甲酸酯类、有机磷、拟除虫菊酯类、杀菌剂类中的8种。8种超标农药中6种农药(克百威、甲拌磷、涕灭威、氧化乐果、毒死蜱、硫丹)是农业农村部禁用农药名录中明令禁止在蔬菜中使用的农药品种,以上6种农药占全部超标农药的80.65%(25/31)。且急性暴露评估结果显示,甲拌磷%ARfD为238.889%、克百威%ARfD为191.667%,均大于100%,存在不可接受的风险;慢性暴露评估显示所有检出农药IFS均小于1,表明慢性暴露风险尚可以接受。禁用农药的持续检出与郑文龙等<sup>[16]</sup>2012—2013年对天津市的监测结果比较,情况改善并不明显,说明农民对禁用农药危害的认识及监管部门的监管力度仍有待加强,特别

是存在健康风险隐患的农药品种。

天津市近5年市售蔬菜中混配农药及禁用农药使用现象突出,且超标农药品种以禁用农药为主;膳食暴露评估结果显示,禁用农药克百威及甲拌磷存在急性膳食暴露风险。建议政府和相关部门加强对混配农药使用情况的监测及禁用农药的监管。

本研究采用点评估的方法对天津市市售蔬菜中农药残留风险进行评价,该方法是一种针对单一农药的评估方法,但监测结果显示天津市市售蔬菜中农药联合使用现象较为突出,点评估的方法可能会造成对风险程度的低估或者高估。此外,本研究仅考虑蔬菜中农药残留,膳食农药还可能来源于水果、粮食、茶叶等其他类型食品,如需评价农药残留的人群健康风险,还需考虑其他食品来源。

## 参考文献

- [1] 王继红. 农药残留对人体的危害及预防措施[J]. 农业与技术, 2018, 38(16): 29.  
WANG J H. The harm of pesticide residues to human body and the preventive measures[J]. Agriculture and Technology, 2018, 38(16): 29.
- [2] 国家卫生和计划生育委员会. 2017年国家食品污染物和有害因素风险监测工作手册[Z]. 北京: 国家食品安全风险评估中心, 2017.  
National Health and Family Planning Commission. The national food contaminants and harmful factors risk monitoring manual in 2017[Z]. Beijing: China National Center for Food Safety Risk Assessment, 2017.
- [3] 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): 278-279.  
WANG X Q, WU Y N, CHEN J S. The processing of low-level data on food contaminants monitoring [J]. Chinese Journal of Preventive Medicine, 2002, 36(4): 278-279.
- [4] 中华人民共和国国家卫生健康委员会, 中华人民共和国农业农村部, 国家市场监督管理总局. 食品安全国家标准 食品中农药最大残留限量: GB 2763—2021[S]. 北京: 中国标准出版社, 2021.  
National Health Commission of the People's Republic of China, Ministry of Agriculture and Rural Affairs of the People's Republic of China, State Administration for Market Regulation. National food safety standard-Maximum residue limits for pesticides in food: GB 2763—2021[S]. Beijing: Standards Press of China, 2021.
- [5] 中华人民共和国农业农村部. 禁用农药名录[EB/OL]. (2019-11-29) [2021-10-26]. [http://www.moa.gov.cn/xw/bmdt/201911/t20191129\\_6332604.htm](http://www.moa.gov.cn/xw/bmdt/201911/t20191129_6332604.htm).  
Ministry of Agriculture and Rural Affairs of the People's Republic of China. List of banned and restricted pesticides[EB/OL]. (2019-11-29) [2021-10-26]. [http://www.moa.gov.cn/xw/bmdt/201911/t20191129\\_6332604.htm](http://www.moa.gov.cn/xw/bmdt/201911/t20191129_6332604.htm).

- [6] 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 B H, PAN L G, et al. Present situation and chronic dietary exposure assessment of pesticide residues in vegetables in Beijing[J]. Journal of Food Safety & Quality, 2016, 7(3): 1164-1169.
- [7] 张静,史青松,褚遵华.2018—2020年德州市市售蔬菜中农药残留污染状况及膳食暴露风险评估[J].预防医学论坛,2021,27(4):251-253.  
ZHANG J, SHI Q S, CHU Z H. Evaluation on pesticide residue pollution and dietary exposure in vegetables sold in markets, Dezhou City, 2018-2020 [J]. Preventive Medicine Tribune, 2021, 27(4): 251-253.
- [8] World Health Organization. World Health Organization spread sheet for the evaluation of chronic exposure (IEDI) [EB/OL]. (2014-01-16) [2022-03-29]. [https://www.who.int/foodsafety/chem/IEDIcalculation14\\_FAO1.xlt](https://www.who.int/foodsafety/chem/IEDIcalculation14_FAO1.xlt).
- [9] Food and Agriculture Organization of the United Nations. The JMPR report and evaluations of pesticide residue in 2009 [DB/OL]. (2018-11-12) [2022-03-29]. [https://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests\\_pesticides/JMPR/JMPPreport09.pdf](https://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests_pesticides/JMPR/JMPPreport09.pdf).
- [10] 李思果,张锦周,王舟,等.2016年深圳市市售蔬菜农药残留检测结果分析[J].华南预防医学,2018,44(1):98-100.  
LI S G, ZHANG J Z, WANG Z, et al. Analysis of detection results of pesticide residues in vegetables sold in Shenzhen in 2016 [J]. South China Journal of Preventive Medicine, 2018, 44(1): 98-100.
- [11] 王秀琴,吴冰,倪文思,等.2015—2016年宁夏部分市售蔬菜农药残留状况分析[J].宁夏医科大学学报,2018,40(12):1421-1424.  
WANG X Q, WU B, NI W S, et al. Analysis of pesticide residues in vegetables sold in Ningxia from 2015 to 2016 [J]. Journal of Ningxia Medical University, 2018, 40(12): 1421-1424.
- [12] 卢素格,张榕杰,张伟,等.2017年河南省蔬菜和水果中杀菌剂类农药残留风险评估[J].中国预防医学杂志,2018,19(10):747-751.  
LU S G, ZHANG R J, ZHANG W, et al. Risk assessment of pesticide residues in vegetables and fruits in Henan Province in 2017 [J]. Chinese Preventive Medicine, 2018, 19(10): 747-751.
- [13] 赵占周.农药混配与复配制剂使用[J].西北园艺:果树,2017(1):9-10.  
ZHAO Z Z. The using of blended and compound pesticide [J]. Northwest Horticulture, 2017(1): 9-10.
- [14] 左经龙.如何合理混用农药[J].现代农业,2017(3):38-39.  
ZUO J L. How to mix pesticides reasonably [J]. Modern Agriculture, 2017(3): 38-39.
- [15] 陈焕玲.急诊床边血液灌流联合血液透析对混合农药中毒的治疗作用分析[J].医学理论与实践,2020,33(15):2482-2484.  
CHEN H L. Analysis of the therapeutic effect of emergency bedside blood reperfusion and hemodialysis on mixed pesticide poisoning [J]. The Journal of Medical Theory and Practice, 2020, 33(15): 2482-2484.
- [16] 郑文龙,赵帅,马洁,等.2012—2013年天津市市售蔬菜中40种农药残留状况调查[J].职业与健康,2015,31(15):2059-2061.  
ZHENG W L, ZHAO S, MA J, et al. A survey on 40 kinds of pesticide residues in commercially available vegetables in Tianjin from 2012 to 2013 [J]. Occupation and Health, 2015, 31(15): 2059-2061.