

◆ 环境与残留 ◆

22种农药在水稻中的残留膳食风险评估

董雪倩, 商贺阳*

(北京辉胜农业科技有限公司 北京 100026)

摘要:采用文献检索法,分别以“在水稻中的残留”和“在水稻中的消解动态”为主题,通过百度学术搜索引擎检索,筛选出22篇文献研读。在综合前人研究成果的基础上,采用现有的膳食风险评估方法,评估了22种农药在水稻中的残留对不同年龄段人群的膳食风险。结果表明,在推荐的使用技术和使用方法下,22种农药在水稻糙米中的残留量对人类健康造成的风险低。

关键词:农药;水稻;残留;风险评估;每日允许摄入量

中图分类号:S 482 文献标志码:A doi:10.3969/j.issn.1671-5284.2018.06.010

Dietary Risk Assessment of 22 Pesticide Residues in Rice

Dong Xue-qian, Shang He-yang*

(Beijing Huisheng Agricultural Science and Technology Co., Ltd., Beijing 100026, China)

Abstract: In this paper, 22 articles were selected and studied using Baidu academic search engine based on the themes of "residue in rice" and "dissipation dynamic in rice" by the method of searching literature. Based on the results of previous studies, the dietary risk assessment to different populations based on data of 22 pesticide residues in rice was investigated. The results showed that according to the recommended use techniques and methods, the final residue levels of 22 pesticides in rice would not cause unacceptable risk to human health.

Key words: pesticide; rice; residue; risk assessment; acceptable daily intake

水稻是我国主要的粮食作物,2016年我国稻谷种植面积为3 017.82万 hm^2 ,占粮食作物种植面积的26.7%,稻谷产量为20 707.51万t,占粮食作物产量的33.6%^[1]。水稻病虫害种类繁多,主要以化学农药防治为主。随着人类生活水平的提高,水稻质量安全问题备受关注,而水稻中农药残留是影响水稻质量安全的主要因素。农药在水稻中的残留消解动态研究及其膳食摄入风险评估是一项重要的工作。国内关于农药在水稻中的残留动态研究开展较早,目前已有不少报道^[2-7]。虽然戎丽丽等^[8]和孙明娜等^[9]分别开展了吡啶磺隆和呋虫胺在水稻中的消解残留动态及膳食摄入风险评估工作,但总体而言,农药在水稻中的残留膳食风险评估工作起步较晚。本文采用文献检索法,分别以“在水稻中的残留”和“在水稻中的消解动态”为主题,通过百度学术搜索引擎

进行检索,从中筛选出22篇文献,采用现有的膳食风险评估方法,评估了水稻中22种农药的残留对不同年龄段人群的膳食风险,以为农药的科学使用与管理提供依据。

1 研究方法

筛选出的22篇文献见参考文献[10-31]。急性暴露风险评估和慢性暴露风险评估均采用点评估方法,按照公式(1)计算急性风险商值(RQ_a),按照公式(2)计算慢性风险商值(RQ_c)。稻米摄入量(kg/d)参照文献[32]。当 $RQ < 1$ 时表示风险可以接受,当 $RQ > 1$ 时表示风险不可接受,数值越大,风险越大^[33]。

$$RQ_a = (\text{HR} \times \text{稻米摄入量}) / (\text{bw} \times \text{ARfD}) \quad (1)$$

$$RQ_c = (\text{STMR} \times \text{稻米摄入量}) / (\text{bw} \times \text{ADI}) \quad (2)$$

式中:HR(highest residue)为糙米中农药最高残留量

收稿日期:2018-09-10

作者简介:董雪倩,女,本科,主要从事农药安全评价。

通讯作者:商贺阳,男,研究生,主要从事农药安全评价及使用技术研究。E-mail: sheyangshang@hotmail.com

(mg/kg) STMR(supervised trials median residue)为糙米的规范试验中值(mg/kg) bw为体重(kg) ARfD(acute reference dose)为农药急性参考剂量 [mg/(kg bw)] ,见表1 ;ADI(acceptable daily intake)为每日允许摄入量 [mg/(kg bw)]。

表1 主要评估参数

农药名称	MRL值/ (mg·kg ⁻¹)	ADI值/ [mg·(kg bw) ⁻¹]	ARfD值/ [mg·(kg bw) ⁻¹]	农药名称	MRL值/ (mg·kg ⁻¹)	ADI值/ [mg·(kg bw) ⁻¹]	ARfD值/ [mg·(kg bw) ⁻¹]
噻草酮	0.05	0.003 6	0.120	噻虫啉	0.20	0.010 0	0.03
甲草胺	0.20	0.010 0		噻虫嗪	0.10	0.080 0	0.50
氯氟吡氧乙酸	0.20	1.000 0		噻嗪酮	0.30	0.009 0	0.50
乙草胺	0.05	0.020 0	1.500	杀螟丹	0.10	0.100 0	
吡蚜酮	0.20	0.030 0	0.100	烯啶虫胺	0.10	0.530 0	
稻丰散	0.20	0.003 0		苯醚甲环唑	0.50	0.010 0	0.16
毒死蜱	0.50	0.010 0	0.005	稻瘟酰胺	1.00	0.007 0	
二嗪磷	0.10	0.005 0	0.025	多菌灵	2.00	0.030 0	0.02
甲氨基阿维菌素苯甲酸盐	0.02	0.0005	0.011	氟环唑	0.50	0.020 0	0.023
氯虫苯甲酰胺	0.50	2.000 0	不需要	肟菌酯	0.10	0.040 0	不需要
灭线磷	0.02	0.000 4	0.01	乙蒜素	0.05	0.001 0	

注 MRL和ADI数据参照GB 2763—2016^[34] ;氯虫苯甲酰胺和肟菌酯ARfD根据Joint Meeting on Pesticide Residues(JMPR)标准^[35] ,其余ARfD数据采用欧盟标准数据^[36]。

2 结果与分析

2.1 农药在水稻糙米中的残留量

总结22篇文章,得到22种农药在水稻糙米中的最终残留量、残留中值、最高残留量,见表2。在推荐

剂量下,22种农药在水稻糙米中的最终残留量均小于我国规定的最大残留限量,残留中值和最高残留量范围为0.001 3 mg/kg~0.5 mg/kg。其中乙草胺的残留中值和最高残留量均最小,稻瘟酰胺的残留中值和最高残留量均最大。

表2 22种农药在水稻糙米中的残留量

mg/kg

农药名称	最终残留量	残留中值	最高残留量
噻草酮	<0.02	0.020 0	0.020 0
甲草胺	<0.01	0.010 0	0.010 0
氯氟吡氧乙酸	<0.02、<0.02、<0.02、<0.02、<0.02、0.035、0.026、0.130	0.020 0	0.130 0
乙草胺	0.001 3	0.001 3	0.001 3
吡蚜酮	<0.01、<0.01、<0.01、<0.01、<0.01、0.011、0.064、<0.01	0.010 0	0.064 0
稻丰散	0.023、0.007、0.159、0.021、0.009、0.034、0.035、0.020、0.093、0.038、0.010、0.085	0.028 5	0.159 0
毒死蜱	0.073、0.057、0.066、0.056、0.078、0.076、0.148、0.105、0.109、0.058、0.122、0.129、0.180、0.088、0.079、0.065、0.128、0.182、0.196、0.171、0.155、0.103、0.130、0.225	0.107 0	0.225 0
二嗪磷	0.024、0.028、0.024、0.032	0.026 0	0.032 0
甲氨基阿维菌素苯甲酸盐	<0.018	0.018 0	0.018 0
氯虫苯甲酰胺	<0.01、<0.01、<0.01、<0.01、<0.01、0.011、0.076、0.088、<0.01、<0.01、<0.01、<0.01、<0.01、<0.01、0.043、0.067、<0.01、0.037、0.059、0.088、<0.01、<0.01、<0.01、<0.01	0.010 0	0.088 0
灭线磷	<0.000 5、<0.000 5、0.004 7、0.004 1	0.002 3	0.004 7
噻虫啉	0.006、0.007、<0.002、0.018、0.043、0.047、0.033、0.037、0.004、0.008、0.016、0.027、0.018、0.035、0.040、0.081、0.090、0.121、0.041、0.044、0.011、0.021、0.027、0.066	0.030 0	0.121 0
噻虫嗪	<0.01	0.010 0	0.010 0
噻嗪酮	<0.01、<0.01、<0.01、<0.01、<0.01、0.011、<0.01、<0.01	0.010 0	0.011 0
杀螟丹	0.027、0.035、0.034、0.053、0.038、0.051、0.056、0.083	0.044 5	0.083 0
烯啶虫胺	<0.05	0.050 0	0.050 0
苯醚甲环唑	0.040、0.080、0.090、0.110、0.060、0.120、0.180、0.190、0.050、0.080、0.090、0.140	0.090 0	0.190 0
稻瘟酰胺	<0.50	0.500 0	0.500 0
多菌灵	<0.025、<0.025、0.031、0.044、<0.025、<0.025、0.029、0.050	0.027 0	0.050 0
氟环唑	<0.43	0.430 0	0.430 0
肟菌酯	<0.05、<0.05、<0.05、0.110、<0.05、<0.05、<0.05、<0.05、<0.05、<0.05、<0.05、<0.05、<0.05、<0.05、<0.05、0.116、0.124、<0.05、<0.05、<0.05、<0.05、<0.05、<0.05、<0.05、<0.05	0.050 0	0.124 0
乙蒜素	<0.02	0.020 0	0.020 0

2.2 农药对不同年龄段人群的急性暴露风险

对13种农药进行急性暴露风险评估,结果见表3。13种农药对2~70岁人群的急性暴露风险商值为 $3.8 \times 10^{-6} \sim 4.892 \times 10^{-1}$,均在可接受范围。乙草胺对不同年龄段人群的急性暴露风险商值最小,为 $3.8 \times 10^{-6} \sim 9.4 \times 10^{-6}$;毒死蜱对不同年龄段人群的急性暴露风险商值均最大,为 $1.972 \times 10^{-1} \sim 4.892 \times 10^{-1}$ 。吡蚜酮、毒死蜱、噻虫啉和多菌灵的急性暴露风险商值大于慢性暴露风险商值。

表3 13种农药的急性暴露风险商值

农药名称	急性暴露风险商值(RQ _a)		
	最小值	最大值	平均值
噻草酮	7.300×10^{-4}	1.810×10^{-3}	1.1325×10^{-3}
乙草胺	3.800×10^{-6}	9.400×10^{-6}	5.9000×10^{-6}
吡蚜酮	2.800×10^{-3}	6.960×10^{-3}	4.3505×10^{-3}
毒死蜱	1.972×10^{-1}	4.892×10^{-1}	3.0592×10^{-1}
二嗪磷	5.610×10^{-3}	1.391×10^{-2}	8.7025×10^{-3}
甲氨基阿维菌素苯甲酸盐	7.200×10^{-4}	1.780×10^{-3}	1.1130×10^{-3}
灭线磷	2.060×10^{-3}	5.110×10^{-3}	3.1955×10^{-3}
噻虫啉	1.768×10^{-2}	4.384×10^{-2}	2.7419×10^{-2}
噻虫嗪	9.000×10^{-5}	2.200×10^{-4}	1.3750×10^{-4}
噻嗪酮	1.000×10^{-4}	2.400×10^{-4}	1.5100×10^{-4}
苯醚甲环唑	5.200×10^{-3}	1.291×10^{-2}	8.0730×10^{-3}
多菌灵	1.096×10^{-2}	2.717×10^{-2}	1.6995×10^{-2}
氟环唑	8.193×10^{-2}	2.032×10^{-1}	1.2710×10^{-1}

2.3 农药对不同年龄段人群的慢性暴露风险

对22种农药进行慢性暴露风险评估,结果见表4。22种农药对2~70岁人群的慢性暴露风险商值为 $2 \times 10^{-5} \sim 7.764 \times 10^{-1}$,均在可接受范围,且随着人群年龄的增大,慢性暴露风险商值逐渐变小。氯虫苯甲酰胺对不同年龄段人群的慢性暴露风险商值均最小,为 $2 \times 10^{-5} \sim 5 \times 10^{-5}$;稻瘟酰胺对不同年龄段人群的慢性暴露风险商值均最大,为 $3.130 \times 10^{-1} \sim 7.764 \times 10^{-1}$ 。

3 结论

本文采用文献检索法,分别以“在水稻中的残留”和“在水稻中的消解动态”为主题,通过百度学术搜索引擎进行检索,从中筛选出22篇文献进行研读。在综合前人研究成果的基础上,采用现有的膳食风险评估方法,评估了水稻中22种农药残留对不同年龄段人群的膳食风险。结果表明,在推荐的使用技术和使用方法下,22种农药在水稻糙米中的残留对人类健康风险低。

表4 22种农药的慢性暴露风险商值

农药名称	慢性暴露风险商值(RQ _c)		
	最小值	最大值	平均值
噻草酮	2.435×10^{-2}	6.039×10^{-2}	3.7770×10^{-2}
甲草胺	4.380×10^{-3}	1.087×10^{-2}	6.8000×10^{-3}
氯氟吡氧乙酸	9.000×10^{-5}	2.200×10^{-4}	1.4000×10^{-4}
乙草胺	2.800×10^{-4}	7.100×10^{-4}	4.4000×10^{-4}
吡蚜酮	1.460×10^{-3}	3.620×10^{-3}	2.2700×10^{-3}
稻丰散	4.163×10^{-2}	1.033×10^{-1}	6.4580×10^{-2}
毒死蜱	4.689×10^{-2}	1.163×10^{-1}	7.2740×10^{-2}
二嗪磷	2.279×10^{-2}	5.652×10^{-2}	3.5350×10^{-2}
甲氨基阿维菌素苯甲酸盐	1.578×10^{-1}	3.913×10^{-1}	2.4474×10^{-1}
氯虫苯甲酰胺	2.000×10^{-5}	5.000×10^{-5}	3.0000×10^{-5}
灭线磷	2.520×10^{-2}	6.250×10^{-2}	3.9090×10^{-2}
噻虫啉	1.315×10^{-2}	3.261×10^{-2}	2.0400×10^{-2}
噻虫嗪	5.500×10^{-4}	1.360×10^{-3}	8.5000×10^{-4}
噻嗪酮	4.870×10^{-3}	1.208×10^{-2}	7.5500×10^{-3}
杀螟丹	1.950×10^{-3}	4.840×10^{-3}	3.0300×10^{-3}
烯啶虫胺	4.100×10^{-4}	1.030×10^{-3}	6.4000×10^{-4}
苯醚甲环唑	3.944×10^{-2}	9.783×10^{-2}	6.1190×10^{-2}
稻瘟酰胺	3.130×10^{-1}	7.764×10^{-1}	4.8559×10^{-1}
多菌灵	3.940×10^{-3}	9.780×10^{-3}	6.1200×10^{-3}
氟环唑	9.422×10^{-2}	2.337×10^{-1}	1.4616×10^{-1}
肟菌酯	5.480×10^{-3}	1.359×10^{-2}	8.5000×10^{-3}
乙蒜素	8.765×10^{-2}	2.174×10^{-1}	1.3597×10^{-1}

参考文献

- [1] 中华人民共和国农业农村部. 农作物数据库[DB/OL]. [2018-06-03]. <http://zzys.agri.gov.cn/nongqing.aspx>.
- [2] 何代进, 左晖, 刘建宇, 等. 啶硫磷在水稻植株、田水及土壤中的残留消解动态研究[J]. 杂交水稻, 2016, 31(6): 65-70.
- [3] 陈国峰, 刘峰, 张晓波, 等. 苯醚甲环唑和啶菌酯在水稻中的残留消解动态及残留分析[J]. 中国稻米, 2016, 22(4): 56-61.
- [4] 冯义志, 潘金菊, 刘伟. 丙草胺在水稻和土壤中的残留消解动态及残留量[J]. 农药, 2016, 55(1): 42-44.
- [5] 路彩红, 杨林, 申流柱, 等. 超高效液相色谱-串联质谱法检测水稻和土壤中氟唑菌酰胺的残留及消解动态[J]. 植物保护, 2016, 42(4): 132-136.
- [6] 宋世明, 陈兆杰, 韦婕, 等. 三环唑和啶菌酯在水稻植株和田间的残留及消解动态[J]. 华南农业大学学报, 2017, 38(4): 80-86.
- [7] 王红军, 陈妍. 混剂中毒死蜱在水稻及稻田中的残留消解动态研究[J]. 河南农业科学, 2017, 46(3): 100-106.
- [8] 戎丽丽, 吴小虎, 董丰收, 等. 吡啶磷在水稻中的残留消解及膳食风险评估[J]. 植物保护, 2017, 43(6): 127-134.
- [9] 孙明娜, 董旭, 王梅, 等. 呋虫胺在水稻中的残留消解及膳食风险评估[J]. 农药学报, 2016, 18(1): 86-92.
- [10] 左晖, 何代进, 刘建宇, 等. 噻草酮在水稻、稻田水和土壤中的消解动态及残留[J]. 湖南农业科学, 2016(11): 71-75.
- [11] 田发军, 吴艳兵, 刘新刚, 等. 甲草胺在水稻上的残留及消解动态

- [J]. 植物保护, 2016, 42 (6): 105-109.
- [12] 段幼生, 彭梅, 王梅, 等. 稻田施用氯氟吡氧乙酸后其在水稻植株、糙米、稻壳、土壤和田水中的残留消解动态 [J]. 农药学报, 2010, 12 (3): 355-360.
- [13] 李恒, 杨仁斌, 盛莉莎, 等. 乙草胺在水稻环境中的残留及消解动态 [J]. 农药学报, 2009, 11 (2): 269-273.
- [14] 黄永春, 彭祎, 庞晶晶, 等. 吡蚜酮在水稻和土壤中的残留动态研究 [J]. 安全与环境学报, 2011, 11 (5): 15-18.
- [15] 占绣萍, 赵莉, 平新亮. 40%稻丰散水乳剂在水稻及稻田环境中的残留动态研究 [J]. 世界农药, 2010, 32 (4): 36-39.
- [16] 刘檀. 蔬菜和米中农药残留分析及毒死蜱在水稻田中消解动态 [D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2012.
- [17] 虞森, 梁赤周, 寿林飞, 等. 50%二嗪磷水乳剂在水稻环境中残留行为 [J]. 农药, 2016, 55 (11): 829-831; 834.
- [18] 张侃侃, 胡德禹, 张钰萍, 等. 氨基阿维菌素苯甲酸盐在水稻环境中的残留及消解动态 [J]. 农药学报, 2010, 12 (2): 190-194.
- [19] 段幼生, 王梅, 董旭, 等. 氯虫苯甲酰胺在水稻及稻田环境中的残留动态 [J]. 植物保护, 2016, 42 (1): 93-98.
- [20] 陈小军, 徐汉虹, 张志祥, 等. 灭线磷在水稻上的降解动态和残留分析 [J]. 江西农业大学学报, 2010, 32 (1): 67-72.
- [21] 宋宁慧, 王点点, 吴文铸, 等. 噻虫啉在水稻中的残留消解动态及风险评估 [J]. 环境科学学报, 2014, 34 (8): 2169-2174.
- [22] 相金, 杨俊柱, 张胜义. 噻虫嗪在水稻中的消解动态及风险评估 [J]. 安徽大学学报: 自然科学版, 2013, 37 (4): 88-92.
- [23] 黄永春, 彭祎, 庞晶晶, 等. 40%噻嗪酮悬浮剂在水稻和土壤中的残留动态研究 [J]. 安全与环境学报, 2011, 11 (1): 11-14.
- [24] 李佳, 龚道新, 刘少平. 4%杀螟丹在稻田生态环境中的降解与残留 [J]. 湖南农业科学, 2009 (11): 75-78.
- [25] 蒋波, 杨仁斌, 傅强, 等. 烯啶虫胺50%可湿性粉剂在水稻及稻田水土中的残留动态 [J]. 西南农业学报, 2012, 25 (6): 2065-2069.
- [26] 张志勇, 王冬兰, 张存政, 等. 苯醚甲环唑在水稻和稻田中的残留 [J]. 中国水稻科学, 2011, 25 (3): 339-342.
- [27] 彭小悦, 龚道新, 张欢, 等. 稻瘟酰胺在水稻中的残留及消解动态 [J]. 农药, 2010, 49 (11): 822-824.
- [28] 刘双双, 杨仁斌, 陈海平, 等. 多菌灵在水稻及土壤中的消解动态和残留规律研究 [J]. 农业环境科学学报, 2012, 31 (2): 357-361.
- [29] 郑鹭飞, 王静, 金茂俊, 等. 氟环唑30%悬浮剂在水稻中的残留动态研究 [J]. 农药科学与管理, 2015, 36 (4): 31-35.
- [30] 段幼生, 朱玉杰, 孙海滨, 等. 超高效液相色谱-串联质谱法测定稻田中脂肪及其代谢物的残留 [J]. 中国农学通报, 2017, 33 (35): 57-62.
- [31] 王海萍, 杨仁斌, 余佳荣, 等. 20%高渗乙蒜素乳油在水稻植株、糙米、稻壳、稻田水及土壤中的残留检测及消解动态 [J]. 农药学报, 2008, 10 (4): 455-459.
- [32] 金水高. 中国居民营养与健康状况调查报告之十: 2002年营养与健康状况数据集 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2008.
- [33] 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、方法与应用 [M]. 北京: 中国标准出版社, 2007.
- [34] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会, 中华人民共和国农业部, 国家食品药品监督管理局. GB 2763—2016 食品中农药最大残留限量 [S]. 北京: 中国农业出版社, 2016.
- [35] World Health Organization. Inventory of Evaluations Performed by the Joint Meeting on Pesticide Residues (JMPR) [EB/OL]. [2018-06-15]. <http://apps.who.int/pesticide-residues-jmpr-database>.
- [36] European Commission. EU Pesticides Database [EB/OL]. [2018-06-15]. <https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides>.

(责任编辑: 陈晨)

(上接第 39 页)

- 基甲酸酯类农药残留 [J]. 现代食品科技, 2011, 27 (7): 856-860; 869.
- [4] 中华人民共和国农业部. 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 [S]. 北京: 中国农业出版社, 2008.
- [5] 陈笑梅, 胡贝贞, 刘海山, 等. 高效液相色谱-串联质谱法测定粮谷中9种氨基甲酸酯类农药残留 [J]. 分析化学, 2007, 35 (1): 106-110.
- [6] 王连珠, 周昱, 黄小燕, 等. 基于QuEChERS提取方法优化的液相色谱-串联质谱法测定蔬菜中51种氨基甲酸酯类农药残留 [J]. 色谱, 2013, 31 (12): 1167-1175.
- [7] 王云凤, 刘友序, 左峰, 等. 应用QuEChERS和液相色谱-串联质谱技术检测食品中21种氨基甲酸酯类农药残留 [J]. 分析实验室, 2010, 29 (增刊): 281-284.
- [8] 屈天尧, 王德海, 吴晓波, 等. 气相色谱法快速检测粮谷中的有机磷类、有机氮类和氨基甲酸酯类农药残留 [J]. 农药科学与管理, 2009, 30 (6): 36-40.
- [9] 苏建峰, 卢声宇, 陈晶, 等. 溶剂转移-气相色谱-质谱法和选择洗脱-气相色谱法测定大蒜中289种农药多残留 [J]. 色谱, 2011, 29 (7): 643-655.
- [10] 谭阳阳, 牛墨, 田红. 固相萃取-气相色谱质谱联用法测定蔬菜和食用菌中6种氨基甲酸酯类农药残留 [J]. 检验检疫学刊, 2017, 27 (6): 10-13.
- [11] Wang J, Chow W, Leung D. Applications of LC/ESI-MS/MS and UHPLC QqTOF MS for the Determination of 148 Pesticides in Fruits and Vegetables [J]. Analytical and Bioanalytical Chemistry, 2010, 396 (4): 1513-1538. (责任编辑: 顾林玲)