

4种拟除虫菊酯在蔬菜上的残留降解 及其起始残留浓度

张大弟 张晓红 徐正泰 吴仲可 王忠义

(上海农学院园林环境科学系, 上海)

摘要 本文研究了杀灭菊酯、二氯苯醚菊、氯氰菊酯和溴氰菊酯在12种蔬菜上的残留降解。它们的降解半衰期是 2.2 ± 0.9 天, 降解90%的时间是 7.2 ± 3.0 天。这些农药的起始残留量随农药用量和蔬菜可食部位比表面积的增加而增加。本文以降解速度、起始残留量和农药卫生标准评价了农药污染程度。评价表明, 杀灭菊酯对青菜和豆类污染严重, 而对西红柿、黄瓜、菜花、甜椒很轻。建议, 在青菜上不可增加杀灭菊酯用量来防治抗药性害虫。

关键词: 拟除虫菊酯; 蔬菜; 半衰期; 起始残留量。

拟除虫菊酯农药具有杀虫效果好、用量少、降解快和对哺乳动物毒性较低等优点, 已成为杀虫剂的主要类型之一。该类农药已广泛用于蔬菜。因蔬菜种类多、生长期短、用药多、且某些蔬菜多次采收、污染可能性大。研究拟除虫菊酯农药对该类作物的污染规律要比其他作物更具代表性和必要性。

我们于1986~1987年系统研究了以杀灭菊酯为主的4种农药在12种蔬菜上的残留降解及其起始沉积量, 并以农药降解速度、农药起始残留量和农药卫生标准来评价它们对蔬菜的污染程度。

一、试验方法

(一) 田间试验

1. 地点: 上海县虹桥乡和七宝镇的蔬菜田。

2. 材料: 试验农药为杀灭菊酯、二氯苯醚菊酯、氯氰菊酯和溴氰菊酯4种; 试验蔬菜为青菜、小白菜、鸡毛菜、刀豆、豇豆、黄瓜、西红柿、茄子、甜椒和菜花共10种。试验在4月至11月间进行, 时跨春、夏、秋

三季。

3. 试验内容

(1) 农药残留降解试验: 目的是了解该类农药在蔬菜上的消解规律, 打药后1小时首次取样, 以后间隔1~2天取样, 分析其农药含量, 每试验取样5次以上, 延续时间7天以上。

(2) 农药起始浓度试验: 为了解施药后的农药起始污染程度, 仅在施药后1小时1次取样, 分析其农药含量、试验历时1天。

4. 施药方式

(1) 喷雾: 大部分试验的农药用量每亩为3~8g, 即为杀灭菊酯的推荐用量, 为研究在高用量下的农药污染情况, 个别试验用10、15和20g。农药用东方红18型弥雾机喷施, 每亩药液用量10kg。每试验小区面积 33.3m^2 或 66.7m^2 , 个别为微区试验, 面积为 1.0m^2 或 2.0m^2 。每试验均设不喷药对照区, 3次重复。

收稿日期: 1987年12月4日

对参加部分工作的杜杨、唐国来、杨星等同志表示感谢。

(2) 涂抹: 用毛笔涂农药于经选择大小一致的蔬菜可食部位的表面, 药液浓度25 ppm。被涂果实标号, 涂后定期取样5次, 分析农药含量。西红柿和黄瓜每次取果实10个以上, 豇豆20个以上。

(二) 模拟浸渍试验

目的为进一步研究农药起始污染程度与蔬菜食用部位比表面积的关系。试验农药为杀灭菊酯, 试验蔬菜共12种, 除上述10种外再有扁豆和米苋。蔬菜食用部位浸于浓度为20ppm的药液中2秒钟, 拿出、滴去剩余药液, 晾干后分析农药含量。测定和计算蔬菜食用部位的比表面积, 以 cm^2/g 表示。

(三) 农药测定方法

植物样品取蔬菜可食部位, 每样品取1kg以上, 混匀、切碎, 称25g鲜样于玻璃三角瓶中, 用石油-丙酮混合液多次提取, 经装有弗罗里硅土的层析柱纯化, 4种农药用气相色谱-电子捕获检测器测定。分析方法的精密度、正确度和测定极限都符合农药残留分析要求^[1]。在日常测定中采用添加回收率法进行实验室内分析质量控制, 回收率在80~120%范围内的样品测定数据才应用。分析方法及其质量控制的具体情况请参阅文献[2]。

二、试验结果

(一) 农药在蔬菜上的残留降解

农药在植物上的降解常可用 $c = c_0 e^{-Kt}$ 的数学模式表示。 c 为经过 t 时间后的农药残留浓度(单位为ppb), c_0 为其起始残留浓度, K 为某一系数。对该式进行自然对数处理后得: $\ln c = \ln c_0 - Kt$, 设 $\ln c = y$, $\ln c_0 = a$, $-Kt = bx$, 它可由一元一次回归方程式表示, 即 $y = a + bx$ 。 a 和 b 可根据最小二乘法计算得到。为判断在一定试验条件下农药降解是否符合该模式和可能的离差程度, 需计算回归方程式的相关系数 r 和精密

度 s 。用此数学模式对在7种蔬菜上所取得的40组农药残留测定数据进行统计。统计结果表明, 其中35组组据都符合该降解模式, 相关系数 r 达到极显著或显著水平。有1组菜花数据的相关系数为0.782, 接近0.05的显著性。另外4组西红柿的数据因农药起始残留浓度仅为70ppb左右, 而且在施药后3天内农药浓度无显著变化, 因而很难用此公式计算。

由于残留降解试验的农药残留量原始测定结果太多, 不可能一一列出, 现仅将农药残留降解的数理统计结果按叶菜类, 豆荚类和茄果类(包括菜花)分别列于表1、表2和表3中。对上述结果按蔬菜种类进行综合, 其结果列于表4中。综合数据表明, 在三类蔬菜上拟除虫菊酯的降解速度(降解50%和90%所需的时间)基本一致, 经 t 值检验蔬菜种类之间无显著性差异。在表5中列出了按农药品种进行综合的数据, 其中 N 为5的4种农药的降解速度均取自相同的5个试验, 互为成对数据。在4种农药中, 二氯苯醚菊酯降解较快, 但经 t 值检验, 与其他3种农药的降解速度无显著性差异。 N 为21的杀灭菊酯降解速度是由两年该农药的所有残留降解试验结果计算而得。同样, 经 t 检验, 其降解速度与其他3种农药没有显著差异。

如果我们把全部试验结果进行综合, 就获得在表5中 N 为36的统计资料。这些数据的实际意义是在上海4月至11月的两年试验条件下, 在7种作物上4种拟除虫菊酯的平均降解半衰期为 2.2 ± 0.9 天, 降解90%期为 7.2 ± 3.0 天。这表明, 当经4天($2.2 + 2 \times 0.9$)和13.2天($7.2 + 2 \times 3$)后, 农药降解一半和90%的机率为97.7%, 而经5天和15天后农药降解一半和90%的机率几乎为100%。

上述资料表明, 4种拟除虫菊酯在7种蔬菜上的降解速度是相当快的, 绝大部分降

4种拟除虫菊酯在青菜上的残留降解

表 1

编号	蔬 菜	农 药	$y = a + bx$	$r(-)$	S	$t_{0.5}$ (d)	$t_{0.9}$ (d)
1	青 菜	杀灭菊酯	$y = 8.258 - 0.2663x$	0.920	0.184	2.6	8.9
2	青 菜	二氯苯醚菊酯	$y = 6.420 - 0.3663x$	0.984	0.176	1.9	6.3
3	青 菜	氯氰菊酯	$y = 6.505 - 0.4075x$	0.997	0.062	1.7	5.6
4	青 菜	杀灭菊酯	$y = 6.581 - 0.3640x$	0.998	0.114	1.9	6.3
5	青 菜	溴氰菊酯	$y = 6.583 - 0.4033x$	0.991	0.166	1.7	5.7
6	青 菜	杀灭菊酯	$y = 8.6482 - 0.2566x$	0.983	0.120	2.7	8.9
7	小白菜	杀灭菊酯	$y = 7.395 - 0.2253x$	0.983	0.117	3.1	10.2
8	小白菜	二氯苯醚菊酯	$y = 7.512 - 0.2580x$	0.984	0.099	2.7	8.9
9	小白菜	氯氰菊酯	$y = 7.346 - 0.2517x$	0.975	0.138	2.8	9.1
10	小白菜	杀灭菊酯	$y = 7.410 - 0.2343x$	0.970	0.135	3.0	9.8
11	小白菜	溴氰菊酯	$y = 7.459 - 0.2487x$	0.927	0.120	2.8	9.2

注: y 和 a 均为农药浓度(ppb)的自然对数值, 下同。

4种拟除虫菊酯在豇豆上的残留降解

表 2

编号	蔬 菜	农 药	$y = a + bx$	$r(-)$	S	$t_{0.5}$ (d)	$t_{0.9}$ (d)
12	豇 豆	杀灭菊酯	$y = 5.896 - 0.2638x$	0.951	0.158	2.6	8.7
13	豇 豆	杀灭菊酯	$y = 6.679 - 0.3630x$	0.995	0.065	1.9	6.3
14	豇 豆	二氯苯醚菊酯	$y = 6.615 - 0.5280x$	0.967	0.253	1.3	4.4
15	豇 豆	氯氰菊酯	$y = 6.649 - 0.4930x$	0.973	0.214	1.4	4.7
16	豇 豆	杀灭菊酯	$y = 6.764 - 0.405x$	0.964	0.205	1.7	5.6
17	豇 豆	溴氰菊酯	$y = 6.806 - 0.506x$	0.969	0.227	1.4	4.5
18	豇 豆	杀灭菊酯	$y = 6.5151 - 0.121x$	0.887	0.131	5.7	17.5

4种拟除虫菊酯在茄果类蔬菜上的降解

表 3

编号	蔬 菜	农 药	$y = a + bx$	$r(-)$	S	$t_{0.5}$ (d)	$t_{0.9}$ (d)
19	黄 瓜	杀灭菊酯	$y = 6.0078 - 0.6886x$	0.993	0.200	1.0	3.3
20	黄 瓜	杀灭菊酯	$y = 5.9531 - 0.3204x$	0.994	0.103	2.2	7.1
21	黄 瓜	杀灭菊酯	$y = 4.4459 - 0.3077x$	0.872	0.410	2.3	7.5
22	黄 瓜	杀灭菊酯	$y = 6.2404 - 0.5813x$	0.990	0.197	1.2	4.0
23	黄 瓜	二氯苯醚菊酯	$y = 5.6250 - 1.3966x$	0.998	0.139	0.5	1.6
24	黄 瓜	氯氰菊酯	$y = 5.1449 - 0.5564x$	0.963	0.374	1.3	4.1
25	黄 瓜	杀灭菊酯	$y = 5.3450 - 0.423x$	0.925	0.418	1.6	5.4
26	黄 瓜	溴氰菊酯	$y = 5.3094 - 0.515x$	0.962	0.349	1.4	4.5
27	黄 瓜	杀灭菊酯	$y = 4.9079 - 0.233x$	0.894	0.240	3.0	9.8
28	西红柿	杀灭菊酯	$y = 4.8483 - 0.197x$	0.887	0.330	3.5	11.6
29	西红柿	杀灭菊酯	$y = 5.6413 - 0.733x$	0.995	0.157	1.0	3.1
30	西红柿	杀灭菊酯	$y = 5.5903 - 0.492x$	0.886	0.460	1.4	4.7
31	茄 子	杀灭菊酯	$y = 4.1683 - 0.261x$	0.855	0.379	2.7	8.8
32	菜 花	杀灭菊酯	$y = 5.3309 - 0.231x$	0.782		3.0	10.0
33	菜 花	二氯苯醚菊酯	$y = 3.8305 - 0.298x$	0.975	0.180	2.3	7.7
34	菜 花	氯氰菊酯	$y = 4.5351 - 0.207x$	0.950	0.216	3.1	10.4
35	菜 花	杀灭菊酯	$y = 4.9655 - 0.290x$	0.988	0.120	2.4	7.9
36	菜 花	溴氰菊酯	$y = 5.0905 - 0.250x$	0.978	0.139	2.8	9.2

三类蔬菜农药降解速度的比较

表 4

蔬 菜	N	$t_{0.5}(d)$		$t_{0.9}(d)$	
		幅 度	均 值	幅 度	均 值
叶 菜	11	1.7-3.1	2.4 ± 0.54	5.6-10.2	7.9 ± 1.7
豇 豆	7	1.3-5.7	2.3 ± 1.2	4.4-17.5	7.4 ± 4.8
茄果类	18	0.5-3.1	2.0 ± 0.9	1.6-10.4	6.6 ± 2.9

4种拟除虫菊酯降解速度的比较

表 5

农 药	N	$t_{0.5}(d)$		$t_{0.9}(d)$	
		幅 度	均 值	幅 度	均 值
二氯苯醚菊酯	5	0.5-2.7	1.7 ± 0.84	1.6-8.9	5.8 ± 2.9
氯氰菊酯	5	1.3-3.1	2.1 ± 0.8	4.1-10.4	6.8 ± 2.7
杀灭菊酯	5	1.7-3.0	2.1 ± 0.6	5.4-9.8	7.0 ± 1.8
溴氰菊酯	5	1.4-2.8	2.0 ± 0.7	4.5-9.2	6.6 ± 2.4
杀灭菊酯	21	1.0-5.7	2.4 ± 1.0	3.3-17.5	7.8 ± 3.4
四种菊酯	35	0.5-5.7	2.2 ± 0.9	1.6-17.5	7.2 ± 3.0

叶菜和豆荚类蔬菜的农药起始残留浓度

表 6

编 号	蔬 菜	农 药	用 量 (g/亩)	起始残留浓度 (ppb)	10天后估算浓度 (ppb)	比 表 面 积 (cm ² /g)
1	青 菜	杀灭菊酯	6	4313.0	269.0	41.8
2	青 菜	杀灭菊酯	6	4599.0	435.6	41.8
3	小白菜	杀灭菊酯	3	1837	171.0	15.9~18.0
4	小白菜	二氯苯醚菊酯	4	1906	138.0	15.9~18.0
5	小白菜	氯氰菊酯	4	1695	125.0	15.9~18.0
6	小白菜	杀灭菊酯	4	1862	158.7	15.9~18.0
7	小白菜	溴氰菊酯	4	1935	144.3	15.9~18.0
8	鸡毛菜	杀灭菊酯	8	5608.7	240.0	
9	豇 豆	杀灭菊酯	6	420.0	25.9	6.9
10	豇 豆	杀灭菊酯	8	831	201.4	5.8~6.9
11	刀 豆	杀灭菊酯	8	974.9	41.7	5.3

解试验的半衰期都在3.5天以下。

(二) 农药起始残留浓度

所谓农药起始残留浓度在本文中指的是用药后1小时左右采样所分析到的农药残留浓度(减去对照)。在表6和表7中列出了叶菜、豆荚和茄果类(包括菜花)作物的农药起始残留浓度。试验中的农药用量为3—8 g/亩,用药方式都为田间喷施。

表6表7资料表明,不同蔬菜种类之间农药起始残留浓度相差很大。叶菜类的起始

浓度最高,其幅度为1695.0—5608.7ppb,豆荚类居中,为420—975ppb;而茄果类和菜花最少,为72.1—354.2ppb。经研究,这种显著差异主要与蔬菜可食部位的比表面积有关。经测定,叶菜类的比表面积最大,为15.9—41.8cm²/g,而茄果类最小,相差最高者达48.6倍(1号:16号),而在同一农药用量下(6g/亩)起始残留浓度可相差39.5—63.5倍(1号:16号;1号:17号)。

农药涂抹试验的测定结果亦证明了这一

茄果类蔬菜的农药起始残留浓度

表 7

编 号	蔬 菜	农 药	用 量 (g/亩)	起始残留浓度 (ppb)	10天后估算浓度 (ppb)	比 表 面 积 (cm ² /g)
12	黄 瓜	杀灭菊酯	6	319.8	0.4	1.28
13	黄 瓜	杀灭菊酯	6	88.3	3.9	1.28
14	黄 瓜	杀灭菊酯	6	119.2	13.6	1.51
15	西红柿	杀灭菊酯	8	354.2	1.94	1.05
16	西红柿	杀灭菊酯	6	116.2	11.7	0.86
17	西红柿	杀灭菊酯	6	72.4	2.18	0.86
18	西红柿	杀灭菊酯	8	78.6	3.7	0.89~0.92
19	西红柿	杀灭菊酯	8	134.6	7.0	0.89~0.92
20	甜 椒	杀灭菊酯	8	237.4	7.2	2.3~2.9
21	茄 子	杀灭菊酯	8	74.7	3.1	2.12~2.70
22	菜 花	杀灭菊酯	6	150.5	20.5	<1
23	菜 花	二氯苯醚菊酯	6	105.8	2.2	<1
24	菜 花	氟氰菊酯	6	90.7	10.2	<1
25	菜 花	杀灭菊酯	6	144.5	7.8	<1
26	菜 花	溴氰菊酯	6	155.3	13.3	<1

涂抹试验的农药起始残留浓度 (ppb)

表 8

蔬 菜	比 表 面 积 (cm ² /g)	起 始 残 留 浓 度				
		二氯苯醚菊酯	氟氰菊酯	杀灭菊酯	溴氰菊酯	平 均
豇 豆	6.91	787.0	808.0	910.0	925.0	857.5
甜 椒	1.48	254.8	223.1	224.2	232.1	233.5
黄 瓜	1.28	244.6	250.9	317.9	287.2	275.2
西 红 柿	0.86	79.3	67.2	73.8	73.9	73.6

注: 农药浓度均为25ppm, “平均”为前4种农药数据的平均值。

11种蔬菜的杀灭菊酯浸渍试验

表 9

蔬 菜	比表面积 (cm ² /g)	起始残留浓度 (ppb)	单位面积农药量 (ng/cm ²)	蔬 菜	比表面积 (cm ² /g)	起始残留浓度 (ppb)	单位面积 农药量 (ng/cm ²)
鸡 毛 菜	41.0	4114.1	100.3	扁 豆	3.5	268.48	76.7
米 苋	37.03	3158.24	85.3	甜 椒	2.5	112.3	45.0
青 菜	22.8	2324.2	101.9	茄 子	2.4	86.2	36.0
小 白 菜	16.8	1683.8	100.2	黄 瓜	1.4	65.9	47.8
豇 豆	6.2	395.2	63.7	西 红 柿	0.9	46.7	52.5
刀 豆	5.3	624.9	118.6				

点, 豇豆与西红柿的比表面积大小差8倍, 而4种农药的起始残留浓度平均相差竟达11.7倍(表8)。

为进一步说明农药起始残留浓度与比表面积的关系, 对11种蔬菜的可食部位进行了

杀灭菊酯的浸渍试验, 农药浓度为20ppm。其试验结果列于表9中。这些试验结果再一次表明, 随着比表面积的增加, 杀灭菊酯的起始残留浓度亦增加。设农药起始残留浓度为 y , 比表面积为 x , 用表9中数据计算得到

杀灭菊酯在青菜和鸡毛菜上的起始残留浓度与农药用量的关系

表 10

青 菜			鸡 毛 菜		
农药用量 (g/亩)	药液浓度 (ppm)	起始残留浓度 (ppb)	农药用量 (g/亩)	药液浓度 (ppm)	起始残留浓度 (ppb)
0	0	500	0	0	34.3
4	400	3691	5	500	5197.5
6	600	5099	10	1000	9707.5
8	800	5635	15	1500	15176.0
10	1000	7627	20	2000	18239

一元直线回归方程式 $y = 96.45x - 54.0$, 其相关系数 $r = 0.9928$, 达到极显著水平, S 为 20.8ppb。表 9 中的单位面积农药量由起始残留浓度除以比表面积而得, 单位为 ng/cm^2 , 此值在不同作物之间有一定差异, 但其变幅要比起始浓度和比表面积小得多。差异可能由蔬菜可食部位的几何形状、表面粗糙程度和皮层结构不同而形成。

我们进行了青菜和鸡毛菜的杀灭菊酯起始残留浓度与农药用量关系的试验, 试验结果列于表 10 中。很明显, 农药起始残留浓度与农药用量呈直线正相关, 其青菜的回归方程式是 $y_{\text{青菜}} = 686.9 + 682.7x$, 相关系数 $r = 0.991$, 达极显著水准; 鸡毛菜的回归方程式是 $y_{\text{鸡毛菜}} = 392.0 + 927.8x$, $r = 0.997$, 同样达极显著水平。

三、讨 论

(一) 关于农药降解速度 根据田间试验结果, 由 $C = C_0 e^{-k't}$ 计算得到的 $t_{0.5}$ 是表示农药消失降解的一个综合性指标, 尽管它受气温、光照、蔬菜种类及其生长速度和其他因素的影响, 但是在上海 4~11 月的大田试验条件下, 4 种拟除虫菊酯在 7 种蔬菜上的降解速度却很相似, 而且也与刘乾开^[3]和石键等^[4]所得的试验结果基本一致。这样, 就可以用 $t_{0.5}$ 这个综合指标来估计该类农药在上海田间条件下蔬菜作物上的消失动态。

(二) 关于农药起始残留浓度 试验结

果表明, 在农药用量相同时比表面积是影响此值的主要因素。由于比表面积在作物间的悬殊差异, 不同蔬菜的农药起始残留浓度变化很大, 此值可作为某种蔬菜的特征参数, 以表示起始的污染程度。喷施时农药主要沉积在植物表面, 由此预计此特征参数不仅能估计拟除虫菊酯对蔬菜的起始污染程度, 亦能估计其他喷施农药, 特别是非内吸性农药的起始污染程度。

(三) 关于污染程度评价 蔬菜采收时的污染评价可以从三方面考虑: 农药降解速度、起始残留浓度和污染评价标准。此外还要考虑蔬菜采收离施药的可能间隔期。在上述 4 因素中, 农药降解半衰期基本一致, 为 2.2 天左右, 评价标准可采用联合国粮农组织和世界卫生组织所推荐的允许残留量^[5], 它们在不同蔬菜间有很大差别。这里仅以杀灭菊酯为例进行评价, 从严格要求出发, 评价标准叶菜类为 1.0ppm, 其他蔬菜为 0.2ppm。表 6 和表 7 中杀灭菊酯起始残留浓度数据表明, 茄果类中只有 2 个试验的起始浓度超过 0.2ppm, 污染轻。然而, 豆荚和青菜的起始浓度都超过了评价标准。显然, 仅从起始浓度看叶菜和豆荚类要比茄果类污染严重得多。如果再考虑采收与施药的间隔期就能评价采收时蔬菜的污染程度。设一次采收性蔬菜的间隔期为 7~10 天, 鸡毛菜因生长期短为 5 天, 多次采收性蔬菜为 3 天。农药起始残留浓度都换算成 6g/亩的用药量, 并取同种蔬菜多次试验的平均数, 再按

各种蔬菜采收时的农药污染指数

表 11

蔬 菜	评价标准 (ppm)	农药起始残留浓度 (ppb)	降解时间 (d)	半 衰 期 (d)	采收时残留量 (ppb)	污染指数	污染顺序
青 菜	1.0	4456.0	7	2.4	593.5	0.59	4
			10		250.1	0.25	
小白菜	1.0	3233.5	7	2.4	430.7	0.43	5
			10		181.5	0.18	
鸡毛菜	1.0	5608.7	5	2.4	1328.9	1.33	2
刀 豆	0.2	731.2	3	2.3	297.3	1.49	1
豇 豆	0.2	521.6	3	2.3	211.8	1.06	3
黄 瓜	0.2	175.8	3	1.9	58.9	0.30	7
西红柿	0.2	155.4	3	2.0	54.9	0.28	8
甜 椒	0.2	178.0	3	2.0	62.9	0.32	6
茄 子	0.2	74.7	3	2.7	34.6	0.17	9
菜 花	0.2	147.5	10	2.7	11.3	0.06	10

回归方程式和半衰期计算出采收时的农药残留量,并除以上述评价标准,得到各种蔬菜的污染指数,其结果列于表11中。豆类类和鸡毛菜的污染指数超过1,为严重污染,其次为青菜、小白菜,而茄果类的污染指数都在0.4以下,菜花可能的污染程度最轻。

上述评价是在农药用量相同时进行的。然而,在青菜或鸡毛菜上因某些害虫抗药性的增加,杀灭菊酯每亩用量高达10g以上,这时青菜类的危险性就更大了。我们认为,在青菜,特别是在鸡毛菜上不宜增加杀灭菊酯的用药量来防治小菜蛾等抗药性强的害虫。

四、小 结

(一) 4种拟除虫菊酯在三类蔬菜上的降解速度相当快,其平均半衰期为 2.2 ± 0.9 天。

(二) 农药起始残留量随农药用量和蔬菜可食部位比表面积的增加而增加,它是蔬

菜农药起始污染程度的特征参数。

(三) 可用农药降解速度,起始残留浓度和农药卫生标准来评价农药对各种蔬菜的污染程度。

(四) 评价表明,在推荐用量时杀灭菊酯对鸡毛菜和豆类类的污染程度最严重,在青菜类作物上不宜再增加该农药的用量。

(五) 茄果类虽属多次采收性蔬菜,但由于起始残留量小,使用杀灭菊酯是安全的。

参 考 文 献

- [1] 樊德方等, 中国环境科学, 3 (1), 35~39 (1983)。
- [2] 张大弟等, 上海农学院学报, (1), 7~14 (1987)。
- [3] 刘乾开等, 农业环境保护, (2), 1~5 (1986)。
- [4] 石健等, 河北农业大学学报, (3), 18~27 (1986)。
- [5] FAO and WHO FAO plant Production and Protection, Paper 42, Pesticide residues in food, Rome 1981.

