

# 甲氰菊酯在番茄和甘蓝上的残留消解特性

任晓艳, 陈恩祥, 李大伟, 孔庆德, 周艳琳, 陈新来

(武威市农产品质量安全监督管理站, 甘肃 武威 733000)

**摘要:** 研究了20%甲氰菊酯乳油不同剂量、不同栽培条件下茎叶喷洒后在番茄、甘蓝上的残留消解动态和最终残留。结果表明, 甲氰菊酯在日光温室和露地栽培番茄、甘蓝中初始沉积量存在较大差异, 施药剂量越大, 初始沉积量越高; 残留消解动态符合一级动力学方程。茎叶喷洒剂量为450 g/hm<sup>2</sup>和900 g/hm<sup>2</sup>时, 2种施药剂量在番茄和甘蓝上的降解速率基本相似, 在露地番茄上的半衰期分别为3.8、3.4 d; 在日光温室番茄上的半衰期分别为4.1、4.6 d; 在露地甘蓝上的半衰期为1.6、1.2 d, 在日光温室甘蓝上的半衰期分别为2.5、2.8 d。2种剂量喷洒后的残留量降解到最大限量标准值所需要的时间分别为露地番茄1.6、2.9 d, 日光温室番茄3.0、4.2 d; 露地甘蓝3.2、3.5 d, 日光温室甘蓝6.8、6.9 d。

**关键词:** 甲氰菊酯; 番茄; 甘蓝; 温室和露地; 残留; 消解动态

**中图分类号:** S641.2; S635 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2021)01-0035-05

**doi:** 10.3969/j.issn.1001-1463.2021.01.007

甲氰菊酯(Fenprothrin)商品名又叫灭扫利, 是目前武威市应用最广泛的杀虫杀螨剂之一, 具有触杀、驱避和胃毒作用, 重点防治蔬菜螨类、菜青虫、小菜蛾及蚜虫等。武威市番茄和甘蓝的种植以露地和温室两种方式并存, 露地蔬菜种植是有季节性的, 而日光温室蔬菜种植不受季节限制, 但农药登记或农药施用并未涉及不同施药季节应区别使用<sup>[1]</sup>。由于大棚温室蔬菜生产和露地栽培气候环境差异性大, 温室内小气候相对封闭, 空气流通慢, 农药使用后不易挥发流失, 容易降落或吸附到作物表面, 加之大棚设施采用塑料薄膜等材料保温和遮阳, 不利于农药的光化学分解<sup>[2]</sup>。因此研究化学农药在大棚温室和露地栽培蔬菜中的残留降解规律, 对制定农药安全使用标准以及农业

生产规范化、标准化栽培具有重要的现实意义<sup>[3]</sup>。我们研究了甲氰菊酯在日光温室和露地栽培番茄、甘蓝上的残留消解特性, 旨在为该农药科学合理使用提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

1.1.1 供试药剂 20%甲氰菊酯乳油, 由浙江威尔达有限公司生产; 农药标准品由农业部环境保护科研检测所提供, 浓度100 ug/mL; 有机试剂购自天津红岩化学试剂有限公司, 经2次蒸馏后使用。

1.1.2 主要仪器 Agilent6890N气相色谱仪(配FPD检测器), 安捷伦科技(中国)有限公司生产。氮吹仪, 漩涡混合器。

1.1.3 指示作物 日光温室番茄品种为金棚1号, 露地番茄品种为合作908; 日光温室

**收稿日期:** 2020-06-18

**基金项目:** 甘肃省科技支撑计划项目(GS04521)。

**作者简介:** 任晓艳(1982—), 女, 甘肃武威人, 农艺师, 主要从事农药残留检测和植保工作。联系电话: (0)13893592746。

**通信作者:** 陈恩祥(1962—), 男, 甘肃民勤人, 高级农艺师, 主要从事农药兽药残留检测监管工作。联系电话: (0)13519358620。

甘蓝品种为中华宝玉，露地甘蓝品种钢头50。

### 1.2 试验设计

试验共设2个浓度处理，即以甲氰菊酯推荐的用药高剂量 $450\text{ g/hm}^2$ 作为试验低剂量，其2倍剂量 $900\text{ g/hm}^2$ 作为高剂量。按 $1\ 125\text{ kg/hm}^2$ ，即每小区喷 $3\text{ kg}$ 药液，喷等量清水做对照，并设空白做校正。小区面积 $25.2\text{ m}^2(3.6\text{ m}\times 7.0\text{ m})$ ，3次重复。日光温室番茄喷药于2019年1月在凉州区和平镇牌楼村进行，露地栽培番茄喷药于2019年8月在武威市农业科学院进行；日光温室甘蓝喷药于2019年4月进行，露地甘蓝喷药于2019年8月在凉州区中坝镇上坝村进行。番茄和甘蓝采摘结束前30 d，按照用药量由低到高的顺序，用工农—16型背负式喷雾器，采用常规喷雾施药法均匀喷洒药液。

### 1.3 样品采集与处理

1.3.1 样品采集 采用在同小区同处理1次施药、多次采样的方法。按农药残留试验准则<sup>[4-5]</sup>，施药后分别于当天1/12(2 h内)、1、3、5、7、14、21 d采集样品。平行线式取样。避免在地头、试验区边缘取样(留0.5 m边缘)，避免采集有病、过小或未成熟的样品，采集所有可食用部分。先采集对照区样品，再按剂量从小到大顺序采集其他处理样品，每次每样品采集量 $1.5\text{ kg}$ 。

1.3.2 样品处理 采集、包装运输和处置过程尽量避免样品表面残留农药的损失，粘附的土壤等杂物可用软刷子或干布擦抹，并避免交叉污染和暴露。采回样品在12 h内打浆冷藏冷冻，完整记录相关信息。

### 1.4 分析方法

1.4.1 样品前处理 准确称取试样 $25.0\text{ g}$ ，加入 $50.0\text{ mL}$ 乙腈高速匀浆2 min后用滤纸过滤，滤液收集到盛有 $5\sim 7\text{ g}$ 氯化钠的 $100$

$\text{mL}$ 具塞量筒中，收集滤液 $40\sim 50\text{ mL}$ ，盖上塞子，剧烈震荡2 min后，在室温下静置30 min，使乙腈相和水相分层。从具塞量筒中准确吸取 $10.00\text{ mL}$ 乙腈溶液，放入 $150\text{ mL}$ 烧杯中，并将烧杯放在 $80\text{ }^\circ\text{C}$ 水浴锅上加热，杯内缓缓通入氮气，或空气流蒸发近干，加入 $2.0\text{ mL}$ 正己烷，盖上铝箔待净化。将弗罗里矽柱用 $5.0\text{ mL}$ 丙酮+正己烷(10:90)预淋洗，当溶剂液面到达柱吸附层表面时立即倒入上述待净化溶液，用 $15\text{ mL}$ 刻度离心管接收洗脱液，并用 $5.0\text{ mL}$ 正己烷连续3次洗脱硅柱，将洗脱后盛有淋洗液的离心管置于氮吹仪上，在水浴温度 $50\text{ }^\circ\text{C}$ 条件下，氮吹蒸发至小于 $5\text{ mL}$ ，最后用正己烷准确定容至 $5.0\text{ mL}$ ，供色谱测定。

1.4.2 气相色谱分析条件 色谱柱 HP-5 ( $30\text{ m}\times 0.32\text{ mm}\times 0.25\text{ }\mu\text{m}$ )。柱温 $150\text{ }^\circ\text{C}$ 保持1 min，以 $25\text{ }^\circ\text{C}/\text{min}$ 升至 $260\text{ }^\circ\text{C}$ 保持2 min，检测器温度 $260\text{ }^\circ\text{C}$ ，进样口温度 $230\text{ }^\circ\text{C}$ 。载气： $\text{N}_2$ ，流速 $2.0\text{ mL}/\text{min}$ 。进样量： $1\text{ }\mu\text{L}$ 。进样方式：分流进样。峰面积外标法定量。

## 2 结果与分析

### 2.1 甲氰菊酯在番茄上的最终残留量和消解率

由表1、表2可知，喷洒甲氰菊酯 $450\text{ g/hm}^2$ (低剂量)后，露地番茄第1天残留量为 $0.59\text{ mg/kg}$ ，日光温室第5天的残留量为 $0.69\text{ mg/kg}$ 。喷洒甲氰菊酯 $900\text{ g/hm}^2$ (高剂量)后，露地番茄第3天的残留量为 $0.98\text{ mg/kg}$ ，日光温室第5天的残留量为 $0.99\text{ mg/kg}$ 。露地喷药3 d、日光温室喷药5 d后，两种浓度残留量均降低到最大残留限量(MRL值 $1\text{ mg/kg}$ )以下。低剂量喷药后，露地番茄第7天甲氰菊酯残留消解率达78.1%，日光温室番茄第7天残留消解率只有71.6%；

表 1 甲氰菊酯在露地和日光温室番茄上  
低浓度喷雾后的残留量

采样距施药天数 /d	残留量/(mg/kg)		消解率/%	
	露地	温室	露地	温室
1/12	0.73	1.34		
1	0.59	1.62	19.2	-20.9
3	0.45	1.01	38.4	24.6
5	0.30	0.69	58.9	48.5
7	0.16	0.38	78.1	71.6
14	0.08	0.20	89.0	85.1
21	0.04	0.08	94.5	94.0

表 2 甲氰菊酯在露地和日光温室番茄上  
高浓度喷雾后的残留量

采样距施药天数 /d	残留量/(mg/kg)		消解率/%	
	露地	温室	露地	温室
1/12	1.83	1.77		
1	1.44	2.18	21.3	-23.2
3	0.98	1.39	46.4	21.5
5	0.55	0.99	58.7	44.1
7	0.48	0.71	73.8	59.9
14	0.32	0.28	82.5	84.2
21	0.11	0.11	94.0	93.8

同样,高剂量喷药后露地番茄第 7 天甲氰菊酯残留消解率达 73.8%,日光温室番茄第 7 天甲氰菊酯残留消解率达 59.9%。日光温室番茄甲氰菊酯残留消解率低于露地番茄相应值<sup>[6-7]</sup>。

由表 3 可知,甲氰菊酯在露地和日光温室番茄上的残留消解过程符合动力学一级降解模型<sup>[8]</sup>。喷洒剂量为 450、900 g/hm<sup>2</sup> 时,露地番茄上的初始沉积量分别为 0.73、1.80 mg/kg,动力学一级方程分别为  $C=0.7335 e^{-0.1838T}$ 、 $C=1.8006 e^{-0.1986T}$ ,相关系数( $r$ )分别为 0.9917、0.9964,降解系数( $k$ )

分别为 0.1838、0.1986,半衰期分别为 1.6、2.9 d;日光温室番茄上的初始沉积量分别为 1.34、1.77 mg/kg,动力学一级方程分别为  $C=2.5587 e^{-0.1850T}$ 、 $C=0.5349 e^{-0.2399T}$ ,相关系数( $r$ )分别为 0.9907、0.9938,降解系数( $k$ )分别为 0.1850、 $k=0.2399$ ,半衰期分别为 3.1、5.0 d。对番茄茎叶喷雾后,甲氰菊酯残留量降解到番茄上限量标准(MRL 值 1 mg/kg)的时间分别为露地番茄 1.6、2.9 d,日光温室番茄 3.1、5.0 d<sup>[9]</sup>。符合甲氰菊酯登记试验推荐的 7 d 安全间隔期。

## 2.2 甲氰菊酯在甘蓝上的最终残留量

由表 4、表 5 可知,喷洒甲氰菊酯 450、900 g/hm<sup>2</sup> 后,露地甘蓝第 5 天的残留量分别为 0.21、0.28 mg/kg,日光温室甘蓝第 7 天的残留量分别为 0.32、0.49 mg/kg。露地甘蓝喷药 5 d、日光温室甘蓝喷药 7 d 后 2 种浓度残留量均完全降低到限量标准(MRL 值 0.5 mg/kg)以下。同时日光温室甘蓝甲氰菊酯残留消解率亦低于露地甘蓝相应值。低剂量喷药后,露地甘蓝第 7 天甲氰菊酯残留消解率达 100.0%,日光温室甘蓝第 7 天残

表 4 甲氰菊酯在露地和日光温室甘蓝上  
低浓度喷雾后的残留量

采样距施药天数 /d	残留量/(mg/kg)		消解率/%	
	露地	温室	露地	温室
1/12	2.29	4.51		
1	1.46	7.76	36.2	-72.1
3	0.63	3.21	72.5	28.8
5	0.21	1.08	90.8	76.1
7	0	0.32	100	92.9
14	0	0	100	100
21	0	0	100	100

表 3 甲氰菊酯在番茄上的消解动态

甲氰菊酯用量 /(g/hm <sup>2</sup> )	消解动态方程		相关系数/ $r$		$DT50/d$	
	露地	日光温室	露地	日光温室	露地	日光温室
450	$C=0.7335 e^{-0.1838T}$	$C=2.5587 e^{-0.1850T}$	0.9917	0.9907	1.6	3.1
900	$C=1.8006 e^{-0.1986T}$	$C=0.5349 e^{-0.2399T}$	0.9964	0.9938	2.9	5.0

表 5 甲氰菊酯在露地和日光温室甘蓝上  
高浓度喷雾后的残留量

采样距施药天数 /d	残留量/(mg/kg)		消解率/%	
	露地	温室	露地	温室
1/12	4.39	7.66		
1	2.21	10.36	49.7	-35.2
3	0.94	4.89	78.6	36.2
5	0.28	2.24	93.6	70.8
7	0	0.49	100	93.6
14	0	0	100	100
21	0	0	100	100

留消解率仅为 92.9%；同样，高剂量喷药后露地甘蓝第 7 天甲氰菊酯残留消解率达 100.0%，日光温室甘蓝第 7 天甲氰菊酯残留消解率达 93.6%。

表 6 表明，甲氰菊酯在露地和日光温室甘蓝上的残留消解过程符合动力学一级降解模型。喷洒剂量 450、900 g/hm<sup>2</sup> 后，露地甘蓝上的初始沉积量分别为 2.29、4.39 mg/kg；动力学一级方程分别为  $C=2.3781 e^{-0.4738T}$ 、 $C=4.5244 e^{-0.6163T}$ ，相关系数( $r$ )分别为 0.9977、0.9925，降解系数( $k$ )分别为 0.4738、0.6163，半衰期分别为 1.6、1.2 d；日光温室甘蓝上的初始沉积量分别为 4.51、7.66 mg/kg，动力学一级方程分别为  $C=12.4594 e^{-0.4689T}$ 、 $C=15.2364 e^{-0.3836T}$ ，相关系数( $r$ )分别为 0.9987、0.9997，降解系数( $k$ )分别为 0.4689、 $k=0.3839$ ，半衰期分别为 2.5、2.8 d。对甘蓝茎叶喷雾后，甲氰菊酯残留量降解到限量标准(MRL 值 0.5 mg/kg)的时间分别为露地甘蓝 3.2、3.5 d，日光温室甘蓝 6.8、6.9 d。符合甲氰菊酯登记试验所推荐的 7 d 安全间隔

期。

### 3 结论与讨论

20%甲氰菊酯乳油在露地栽培番茄和甘蓝上的初始沉积量高低与施药剂量密切相关，基本趋势是剂量越大，初始沉积量越高。而在日光温室番茄和甘蓝上喷洒甲氰菊酯后的初始沉积量(2 h)则小于第 1 天残留沉积量。茎叶喷洒 450 g/hm<sup>2</sup> 和 900 g/hm<sup>2</sup> 2 种剂量后的残留降解规律均符合一级动力学关系。2 种剂量用药后的露地番茄半衰期分别为 3.4、3.8 d，露地甘蓝半衰期 1.2、1.6 d；日光温室番茄半衰期分别为 4.1、4.6 d，日光温室甘蓝半衰期分别为 2.5、2.8 d。

我国于 2019 年新修订的甲氰菊酯残留限量(MRL)标准规定，其在番茄上的最大残留限量值为 1 mg/kg，在结球甘蓝上的最大残留限量值为 0.5 mg/kg。参照限量标准，使用 20%甲氰菊酯乳油 450 g/hm<sup>2</sup> 和 900 g/hm<sup>2</sup> 对番茄和甘蓝茎叶喷洒后，其残留量降低到限量标准以下的时间分别为露地番茄 1.6、2.9 d、日光温室番茄 3.0、4.2 d；露地甘蓝 3.0、3.5 d、日光温室甘蓝 6.8、6.9 d。在生产实际中使用 20%甲氰菊酯乳油进行茎叶喷洒防治番茄和甘蓝生长期害虫，残留符合蔬菜质量安全标准，可大面积推广应用。

### 参考文献：

- [1] 宋政平. 甘肃省蔬菜农药残留污染的现状与对策[J]. 甘肃农业科技, 2005(12): 41-43.
- [2] 简秋, 龚勇, 郑尊涛, 等. 露地与温室蔬菜中农药残留主要影响因子的研究[J]. 农

表 6 甲氰菊酯在甘蓝上的消解动态

甲氰菊酯浓度 /(g/hm <sup>2</sup> )	消解动态方程		相关系数/ $r$		$DT_{50}/d$	
	露地	日光温室	露地	日光温室	露地	日光温室
450	$C=2.3781 e^{-0.4738T}$	$C=12.4594 e^{-0.4689T}$	0.9977	0.9987	1.6	2.5
900	$C=4.5244 e^{-0.6163T}$	$C=15.2364 e^{-0.3836T}$	0.9925	0.9997	1.2	2.8

# 两个高秋眠级苜蓿品种在阿鲁科尔沁旗地区的表现

常生龙<sup>1</sup>, 付德玉<sup>1</sup>, 李世昆<sup>1</sup>, 李天银<sup>2</sup>

(1. 甘肃亚盛田园牧歌牧草科技研究院阿旗工作站, 内蒙古 阿鲁科尔沁旗 025500; 2. 甘肃亚盛田园牧歌牧草科技研究院, 甘肃 酒泉 735000)

**摘要:** 在阿鲁科尔沁旗地区对引进的高秋眠级紫花苜蓿品种 WL440、WL525 与正常种植低秋眠级苜蓿品种亮苜进行干草产量、主要性状、品质及相对饲喂价值指标比较评价。结果表明, 高秋眠级紫花苜蓿品种 WL440、WL525 年干草产量分别为 11 837、11 445 kg/hm<sup>2</sup>, 较对照品种亮苜分别增产 18.67%、14.74%。品质达到《苜蓿干草质量分级》二级苜蓿干草及以上标准。在阿旗地区苜蓿品种 WL440、WL525 当年产量较为理想, 可作为当年丰产品种在当地应用。

**关键词:** 高秋眠级苜蓿; 当年产量; 阿旗地区; 丰产性

**中图分类号:** S541 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2021)01-0039-05

**doi:** 10.3969/j.issn.1001-1463.2021.01.008

## Performance of Two Alfalfa Cultivars of High Fall-dormancy in Ar Horqin Banner Area

CHANG Shenglong<sup>1</sup>, FU Deyu<sup>1</sup>, LI Shikun<sup>1</sup>, LI Tianyin<sup>2</sup>

(1. Ar Horqin Banner Workstation, Gansu Yasheng Tianyuanmuge Forage Grass Science and Technology Institute, Ar Horqin Inner Mongolia 025500, China; 2. Gansu Yasheng Tianyuanmuge Forage Grass Science and Technology Institute, Jiuquan Gansu 735000, China)

**Abstract:** The hay yield, main characters, quality and relative feeding value of the introduced high fall-

**收稿日期:** 2020-06-16

**作者简介:** 常生龙(1995—), 男, 甘肃民勤人, 助理农艺师, 主要从事牧草生产管理及技术推广工作。联系电话: (0)18147652439。Email: 597167952@qq.com。

**通信作者:** 李天银(1963—), 男, 甘肃临泽人, 高级农艺师, 主要从事牧草生产技术推广及研究工作。联系电话: (0)13893716682。Email: 447626469@qq.com。

药科学与管理, 2014, 35(7): 32-35.

[3] 张艳, 王晓菁, 苟金萍, 等. 蔬菜中百菌清与拟除虫菊酯农药残留量的测定[J]. 甘肃农业科技, 2004(11): 41-43.

[4] 农业部农药检定所. 农药残留试验准则: NY/T 788—2004[S]. 北京: 中国标准出版社, 2004.

[5] 农业部农药检定所. 农药合理使用准则实用手册[M]. 北京: 中国标准出版社, 2002.

[6] 陈恩祥, 周艳琳, 陈新来, 等. 乙酰甲胺磷在辣椒上的残留消解动态研究[J]. 安徽农业

科学, 2014(29): 10177-10178.

[7] 周艳琳, 周永锋, 陈恩祥, 等. 6种农药在温室和露地辣椒上消解动态及安全使用[J]. 中国蔬菜, 2015(11): 55-58

[8] 毛佳. 五种农药在设施和露地甘蓝中的残留降解动态研究[D]. 海口: 海南大学, 2008.

[9] 国家卫生健康委, 农业农村部, 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 2763-2019[S]. 北京: 中国标准出版社, 2019.

(本文责编: 杨杰)