

# $^{14}\text{C}$ -甲霜灵在豌豆中的传导与分布 以及其在几种作物中残留消解动态<sup>①</sup>

王化国<sup>②</sup> 齐孟文 彭根元 秦凤琴  
(基础科学与技术学院)

**摘要** 研究了甲霜灵在几种作物上的吸收、传导以及残留消解动态。豌豆根吸收的甲霜灵主要传导到茎与叶中,并在叶缘表现出积累效应,而涂叶法引入的甲霜灵则主要存留于引入叶中,向外传导的很少。白菜和油菜施药3周后残留浓度均低于 $0.5\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。春小麦花期和灌浆期引入的甲霜灵,在收获时主要残留于麦秆中,其残留量可分别占到引入量的42.6%和55.4%,籽粒中的总残留浓度分别为 $0.35\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 和 $0.56\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ,其中一半以上为结合残留。平菇中甲醇提取残留为 $0.11\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ,结合残留为 $0.0147\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ,一个采收期后,引入量的97%残留于基料中。

**关键词**  $^{14}\text{C}$ -甲霜灵; 残留; 吸收; 传导

**中图分类号** S482.2; S124.2

## Translocation and Distribution of $^{14}\text{C}$ -Metalaxyl in Pea and Dynamic Degradation of $^{14}\text{C}$ -Metalaxyl Residues in Different Plants

Wang Huaguo Qi Mengwen Peng Genyuan Qin Fengqin  
(College of Fundamental Sciences & Technology)

**Abstract** Absorption and translocation of metalaxyl by pea and dynamic degradation of its residues in chinese cabbage, rape, spring wheat and *Pleurotus ostreatus* was studied in this experiments. The results showed that the metalaxyl absorbed by pea's root was mainly translocated to leaves and stems and accumulated in the fringe of leaves, but the metalaxyl which smeared directly on leaves remained mainly at the applied leaves. The residues of metalaxyl in rape and chinese cabbage was lower than  $0.5\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  after 3 weeks of application. The residues in the spring wheat which was applied in flowering and milking stage were mainly located in the straw. At the harvest time the residues in straw were 42.56% and 49.73% of applied dosage respectively and the residues in the grain were  $0.35\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  and  $0.56\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  respectively. About half of the residues in the grain was bound residues. The methanol extracted residues of metalaxyl in *Pleurotus ostreatus* were

收稿日期: 1996-10-18

①本研究属农业部“八五”课题;核技术及计算机技术在农业研究中的应用

②王化国,北京圆明园西路2号中国农业大学(西校区),100094

0.11 mg·kg<sup>-1</sup>, bound residues were 0.014 7 mg·kg<sup>-1</sup> and 97% of applied dosage was remained in substrate.

**Key words** <sup>14</sup>C-metalaxy; residues; absorption; translocation

甲霜灵(metalaxy)又名瑞毒霜、雷米封等,由瑞士汽巴-嘉基有限公司于1977年开发的一种高效,内吸性杀菌剂,主要成分为D,L-N-(2,6-二甲基苯基)-N-(2'-甲氧基乙酰)丙氨酸甲酯,是一种取代苯基类的杀菌剂,用以防治作物的各种霜霉病、晚疫病、猝倒病和根腐病等。植物可以通过种子、根、茎与叶吸收甲霜灵,并可以双向传导,其在植物体内的转运和水分和同化物的运输有关<sup>[1,2]</sup>。植物通过根、叶与种子吸收的甲霜灵在体内逐渐消解,不同的作物消解速率差异很大,同时还与施用量,施用方法与次数有关<sup>[3]</sup>。世界粮农组织(FAO)曾对59个国家的68种作物的MRLS与安全间隔期做了详细的统计<sup>[4]</sup>,我国在这方面没有明确确定,MRL只是借用了1982年FAO的推荐值0.5 mg·kg<sup>-1</sup>。关于甲霜灵在土壤与植物中的行为研究作者曾做过一些报道<sup>[5~7]</sup>,本实验以豌豆、白菜、油菜、春小麦和平菇材料,研究<sup>14</sup>C-甲霜灵的吸收,传导以及残留消解动态,以便为甲霜灵的安全使用提供基本实验数据。

## 1 材料与方法

### 1.1 <sup>14</sup>C-甲霜灵与非标记甲霜灵

<sup>14</sup>C-甲霜灵由中国农科院原子能所提供,其放化纯度大于95%,比活度为2.32 mCi·mmol<sup>-1</sup>。非标记的甲霜灵为纯度大于99.9%标准品(沈阳化工研究院提供)。

### 1.2 实验处理

#### 1.2.1 <sup>14</sup>C-甲霜灵的吸收与传导

供试材料:6~10叶豌豆苗。

根引入:根直接插入25 μgml<sup>-1</sup>的标记甲霜灵溶液中。

叶引入:每株选取一片完全展开的叶片,叶面涂抹,引入分为单叶全涂抹(1 μCi·叶<sup>-1</sup>),叶中心涂抹(0.5 μCi·叶<sup>-1</sup>)与叶尖涂抹(0.2 μCi·叶<sup>-1</sup>)。

培养:白天放在阳光充足处,晚上放在日光灯下,温度(20±5)℃。

取样与检测:在引入后的12 h与24 h取样,每个处理每次取3株苗,作放射性自显影定位观察。

#### 1.2.2 甲霜灵在小油菜,白菜,春小麦和平菇中的残留消解动态

供试植物:油菜,白菜,春小麦和平菇。

引入春小麦:在开花期与灌浆期引入,叶片涂抹,引入量为200 g·hm<sup>-2</sup>(每公顷以3百万基本苗计算),收获时取样,4次重复,样品分为籽粒与麦秸。

引入白菜:在6~7叶时引入,单次叶面涂抹,引入量为150 g·hm<sup>-2</sup>(每公顷以75万苗计算),分别在引入后的1,2和3周取样分析,样品设4次重复。

引入小油菜:叶面涂抹引入,每公顷以75万株苗计算。低剂量单次引入量为150 g·hm<sup>-2</sup>;高剂量单次引入量为290 g·hm<sup>-2</sup>;低剂量两次引入两次引入时间间隔为10 d,每次引入量同单次低剂量引入量相同。分别于引入后的1,2,3周取样分析,样品设4次重复。

上述三种植物实验均设在田间,并备有遮雨棚。

平菇:在出菇前一周把<sup>14</sup>C-甲霜灵溶液注入基料中,每瓶含基料 70 g,甲霜灵引入量为基料的千分之一,在(25±2)℃的培养箱中培养,1 周后开始发菇,移至温室培养,温度为(25±5)℃,相对湿度大于 90%,再培养 1 周后采样,菌体分为菌褶等部分进行分析,试验设 3 次重复。

### 1.3 样品的分析

油菜和白菜样品分析过程见图 1。春小麦的籽粒,麦秆以及平菇采样后的基料用索氏提取器提取,提取剂为甲醇,提取时间为 24 h,提取后的渣样用燃烧法制样测结合残留。平菇的分析过程与白菜和油菜的类似,但不包括水洗过程。用β-液体闪烁测量法(LSC)测样品的放射性活度。

## 2 结果与分析

### 2.1 豌豆对甲霜灵的吸收,传导与分布

根引入,单叶片全涂抹,叶中心涂抹和叶尖涂抹的放射性自显影片见于图 2。豌豆可以从根和叶吸收甲霜灵,并可双向传导,传导以随蒸腾流为主。根吸收的甲霜灵传导到新叶中比老叶中多,在 24 h 时表现出边缘积累效应,根吸收的甲霜灵未在子叶中发现。叶引入的甲霜灵主要留在引入叶中,小部分可传导到叶柄,临近叶以及蔓中,叶中心引入的可以在全叶中分布,叶尖引入时,向叶的其他部分运输很少,并且速率较慢,这可能是扩散的结果。

### 2.2 供试植物中甲霜灵的残留消解动态

#### 2.2.1 白菜与小油菜中的残留消解动态

白菜单次引入,油菜高剂量单次引入,油菜低剂量单次与双次引入的残留动态结果列入表 1。实验结果表明,白菜与油菜的表面水洗残留在 1 周后已很少,除个别样品外,

水洗残留量对于白菜与油菜在施用 1 周后,不超过引入量的 4%与 2%,而同时期甲醇提取残留量与结合残留量之和可分别占到引入的 23.05%(白菜),20.28%(油菜高剂量单次引入),26.41%(油菜低剂量单次引入)和 36.14%(油菜双次引入)。从单次结果看,在 1,2,3 周的结合残留量占总残留量的百分比对于白菜分别为 0.98%,12.65%和 16.14%,油菜高剂量引入分别为 4.25%,11.70%和 8.27%,油菜低剂量引入分别为 5.81%10.49%与 8.27%,表现出上升的趋势,这正是植物内部代谢的结果。

甲霜灵的食品最大允许残留浓度(MRL)为 0.5 mg·kg<sup>-1</sup>[8],白菜,油菜的单次施苗的

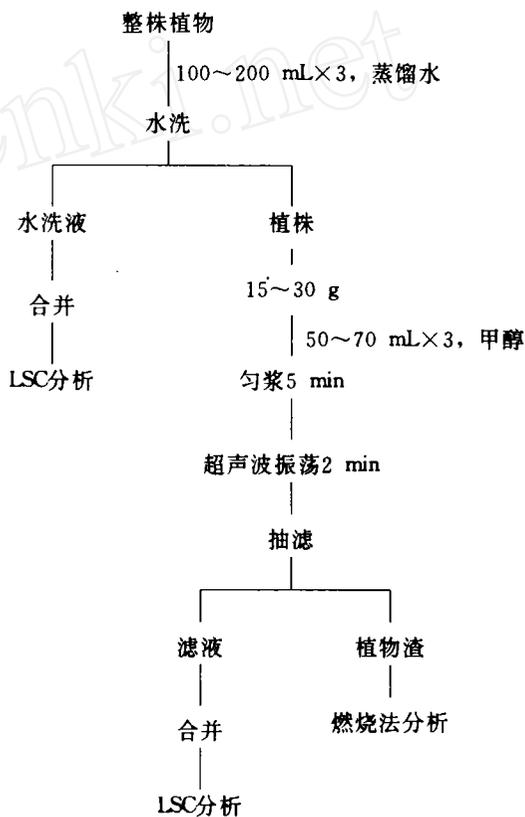


图1 白菜与油菜样品的分析流程

安全采收期为施药后的3周,而油菜低剂量两次引入,在第2次引入后的第2周即可食用,这主要源于第二次引入时油菜的植物量较大。从间隔采收期角度出发,上述结果对于可提取残留与总残留同样有效。食用过程中的水洗对于该农药残留的去作用较小,在第3周时对于白菜与油菜的四种施药处理,去除率不超过总残留量的5%。

表1  $^{14}\text{C}$ -甲霜灵在小油菜和白菜中的残留动态

处理 t/周	鲜重 g·株 <sup>-1</sup>	水洗表面残留		甲醇提取残留		结合残留		总残留		
		%	mg·kg <sup>-1</sup>	%	mg·kg <sup>-1</sup>	%	mg·kg <sup>-1</sup>	%	mg·kg <sup>-1</sup>	
I	1	33.2	1.3	0.08±0.05**	24.8	1.49±0.15	1.6	0.09±0.05	27.7	1.66±0.18
	2	41.0	0.4	0.02±0.01	18.7	0.93±0.37	2.2	0.11±0.03	21.4	1.06±0.37
	3	99.3	0.2	0.01±0.01	14.2	0.30±0.11	1.3	0.03±0.01	15.7	0.33±0.1
II	1	23.3	2.1	0.27±0.12	19.4	3.35±1.22	0.9	0.15±0.05	21.9	3.77±1.33
	2	44.6	1.1	0.09±0.06	15.1	1.32±0.20	2.1	0.19±0.04	18.3	1.60±0.26
	3	111.5	0.3	0.01±0.01	9.2	0.32±0.13	0.9	0.04±0.02	10.4	0.27±0.09
III	1	150.2	1.1	0.03±0.01	34.7	0.93±0.45	1.4	0.04±0.01	37.3	0.99±0.19
	2	285.0	0.7	0.02±0.01	17.6	0.29±0.14	1.2	0.02±0.01	19.6	0.32±0.13
IV	1	63.2	4.7	0.82±0.08	22.8	3.99±1.85	0.3	0.05±0.03	27.6	4.86±2.69
	2	109.7	1.2	0.11±0.07	7.7	0.69±0.08	1.3	0.11±0.04	10.2	0.91±0.16
	3	274.2	0.4	0.02±0.01	4.5	0.23±0.05	0.9	0.03±0.01	5.8	0.28±0.16

注: \* %: 残留量占引入量的百分比; \*\* t 检验,  $\alpha=0.05$  I: 小油菜单次低剂量引入; II: 小油菜单次高剂量引入 III: 小油菜两次低剂量引入; IV: 白菜单次引入

**2.2.2 春小麦中残留消解动态** 春小麦不同时期引入甲霜灵其残留与分配结果列于表2, 结果表明甲霜灵残留主要存在于麦秸中,在收获时,麦秸中的残留量对于花期与灌浆期引入的春小麦可分别占到引入量的42.56%与49.73%,残留浓度分别为 $5.92\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 与 $7.10\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ,其中结合残留量占总残留量的百分比分别为1:17与1:12.7,籽粒中的结合残留量可占到总残留量的60%与55.4%。从安全采收的角度出发,灌浆期引入的总残留浓度超出了 $0.5\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 的范围,因此春小麦在灌浆期以后应慎用甲霜灵。

表2  $^{14}\text{C}$ -甲霜灵在春小麦中的残留分布

处理	样品	甲醇提取残留		结合残留		总残留	
		%	mg·kg <sup>-1</sup>	%	mg·kg <sup>-1</sup>	%	mg·kg <sup>-1</sup>
花期引入	籽粒	0.22	0.15±0.02**	0.22	0.21±0.08	0.44	0.35±0.12
	麦秸	40.06	5.57±2.42	2.49	0.35±0.12	42.56	5.92±2.62
灌浆期引入	籽粒	0.32	0.25±0.09	0.38	0.31±0.06	0.62	0.56±0.16
	麦秸	47.43	6.74±1.85	2.52	0.36±0.15	49.73	7.10±2.03

注: \* 为引入量的百分比; \*\* t 检验,  $\alpha=0.05$

**2.2.3 平菇中残留消解动态** 在引入标记农药1周后开始发菇,两周后采样,每瓶产菇40

~55 g, 甲醇提取残留量占引入量的百分比为 $(0.084 \pm 0.01)\%$ , 浓度为 $(0.109 \pm 0.03) \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ; 结合残留量占引入量的百分比为 $(0.084 \pm 0.01)\%$ , 浓度为 $(0.0147 \pm 0.004) \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ , 其中菌褶与菌体其他部位的可提取残留量占引入量百分数之比为1:4.3, 可提取残留浓度之比为1比1.7。采菇后的基料用索氏提取法提取残留量占引入量的97%以上。实验结果表明平菇可以吸收基料中的甲霜灵, 并可以运输至菌褶中, 同时引入的甲霜灵主要残留于基料中。

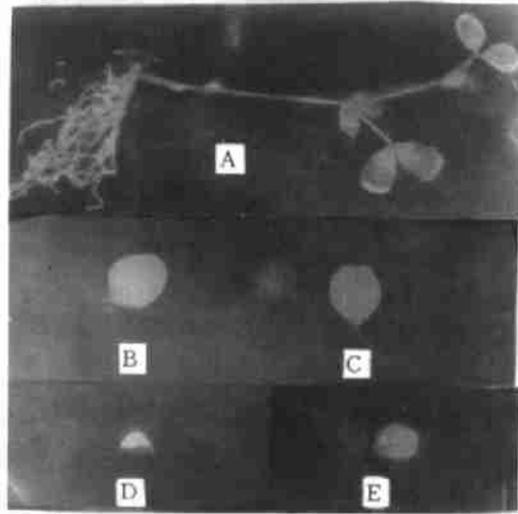


图2  $^{14}\text{C}$ -甲霜灵在豌豆中的吸收, 传导和分布

- A 根引入, 24 h;                      B 单叶片中心涂抹, 24 h;  
C dan 单叶片中心涂抹, 12 h;      D 单叶片叶尖涂抹, 24 h;  
E 单叶片全叶涂抹, 24 h.

### 参 考 文 献

- 1 Carris L M, Bristow P R. Absorption and translocation of metalaxyl in cabbage, red raspberry and strawberry. *J Agri and Food Chem.* 1987, 35(6): 851~855
- 2 Singh U S, Tripathi R K, Kumar J, Dwivedi T S. Uptake, translocation, distribution and peristence of metalaxyl in pearl millet (*Pennisetum americanum* (L.) Leeke). *J Phytopathology.* 1986, 117(2): 145~154
- 3 Stone J R, Verma P R, Dueck J, Westcott N D. Bioactivity of the fungicide metalaxyl in rape plants after seed treat and soil drench application. *Canadian J Plant Pathology.* 1987, 9(3): 260~264
- 4 世界粮农组织报告(JMPR). Metalaxyl, 1993, 447~453
- 5 彭根元, 齐孟文, 王化国. 杀菌剂甲霜灵在土壤中的移动和吸附特性. *核农学报.* 1995, 9(增刊): 107~111
- 6 王化国, 彭根元, 齐孟文.  $^{14}\text{C}$ -甲霜灵在土壤中的残留与降解动态. *北京农业大学学报.* 1995, 21(4): 395~402
- 7 王化国, 彭根元, 齐孟文. 甲霜灵在土壤-烟草体系中的残留与归宿. *农村生态环境.* 1996, 12(2): 17~21
- 8 刘伊玲. 农药实用技术手册. 长春: 吉林科学技术出版社, 1991. 478~480