

# 内吸性杀菌剂多菌灵的药效、 毒性及代谢残留

张 少 铭

(沈阳化工研究院)

## 一、前 言

内吸性杀菌剂多菌灵是我们遵照毛主席“洋为中用”的教导,于1970年把美国试制成功不久的苯菌灵(Benomyl)作了改进,利用它的中间化合物N-(2-苯骈咪唑)-氨基甲酸甲酯(试验名称苯骈咪唑44号;商品名多菌灵)做了室内外药效试验,证明它具有广谱内吸作用。在药效试验进行期间,陆续见到了有关这方面的报导。C. A. Peterson<sup>[5]</sup>等报告了苯菌灵在水或氯仿中能分解出另一种杀菌物质MBC(即多菌灵)。H. D. Sisler等<sup>[6]</sup>把工业品苯菌灵在硅胶薄板上展开时可以分出两种化合物:一种是苯菌灵,另一种为多菌灵。D. C. Erwin<sup>[7]</sup>和C. A. Peterson等又分别从用苯菌灵处理过的蚕豆叶中和棉花茎叶中发现了多菌灵,并且因为从苯菌灵处理过的植物的抽取液中始终未检出有苯菌灵的存在,所以估计有可能苯菌灵在被植物吸收到体内之前,就已经被水解成为多菌灵了。这些报导促进了我们研究的速度,我们于1972年开始并完成了工艺研究和扩大试验,经燃料化学工业部鉴定通过,已先后在各地投入生产。

## 二、多菌灵的药效及其应用

几年来,全国各地药效试验证明:多菌灵可防治20多种重要作物的重大病害,如小麦赤霉病、水稻稻瘟病、纹枯病、禾谷类黑穗病、油菜菌核病、花生倒秧病,甘薯黑斑病、瓜类白粉病、甜菜褐斑病、棉花苗期病害等,都有优异的防治效果。多菌灵的盐酸盐溶液浸棉种可以100%杀死棉花种子所带的枯黄萎病菌。在防治热带作物病害方面,仅用0.05%的多菌灵可湿粉悬浮液喷撒油橄榄树就可以达到防治孔雀斑病95.7%的优异内吸治疗效果。目前其使用范围仍在不断地扩大,有些已超出了农药范围。例如在冷藏鸡蛋防腐,窖藏白菜防腐以及杀死柞蚕体内寄生的线虫、球虫等方面都有很好的效果。现将多菌灵在我国的试验结果说明如下(国外药效方面的综述性报导本文从略):

表 1 多菌灵药效试验结果摘要

病 名	剂 型 及 浓 度	施药方法、时期及次数	防 效	试 验 单 位
稻瘟病	50%可湿粉 1,000—2000 倍	吐穗达50%时喷一次,破口齐穗灌浆时各喷一次	74.4—81.8% 乃至 100% 防叶稻瘟, 94.9% 防穗颈瘟	丹东农科所 沈阳化工研究院 台州农科所

续 表

病 名	剂 型 及 浓 度	施药方法、时期及次数	防 效	试 验 单 位
纹枯病	同 前		96.94%	同 前
小粒菌核病	有效成分 0.05%	分蘖末至齐穗后四天以内喷药一次	90.2—91.0%	江苏农科所
水稻紫秆病	有效成分 0.05—0.1%		81.0—88.6%	浙江农科所
麦类赤霉病	30%可湿粉 1000—2000 倍每亩喷 200 斤或每亩 0.3—0.6 斤药与草糠 10 斤拌合于早熟禾干时撒	扬花期开始至齐穗期喷药 1—2 次	90.2—97.0%	江苏农科所 太仓棉花原种场 苏州地区农科所 台州农科所 沈阳化工研究院
小麦腥黑穗病	有效成分 0.1—0.3%	处理种子	98.5—100%	内蒙农研所
谷子、糜子等黑穗病	有效成分 0.1—0.3%	处理种子	93.9—98.5%	内蒙农研所
高粱丝黑穗病	有效成分 0.5%	处理种子	73.2—85%	辽宁农学院 昌图基点
棉花苗期病害	有效成分 0.5%	拌种	94.09—96.33%	江苏农科所
油菜菌核病	有效成分 0.5%	喷雾	81.6—83.8%	太仓原种场 江苏农科所
花生倒秧病	种子重量的 0.25—0.5%	拌种或浸种	95%以上	江苏农科所 临沂地区农科所
甘薯黑斑病	50%可湿粉 500—800 倍 有效成分 0.01—0.02%	薯苗下半部立浸 5 分钟 淋洗薯块(育苗或窖藏时)	95—100% 80—83.5%	中国农科院植保所 陕西农科院
甜菜褐斑病	有效成分 0.01%	喷雾	81.6—92.8%	江苏农科所 呼兰甜菜所
瓜类白粉病	有效成分 100—200 ppm 药液	浇灌 1—2 次	92.3%	新疆五一农场 西安农业服务站
黄瓜白粉病	10%可湿性粉剂每亩 8 公斤 有效成分 100—200 ppm 液	土壤处理 浇灌 1—2 次	93.1% 97.3—100%	天津农科所
黄瓜枯萎病	有效成分 100 ppm 药液	7—8 个真叶时浇灌	100% 三个月后仍保持药效 52.6%	天津农科所
柑桔贮藏期青、绿霉病	有效成分 0.015—0.05%	洗果	98—100%	中国农科院柑桔所

多菌灵的类似物苯菌灵可以防治的病害一般都可以适用于多菌灵,关于苯菌灵药效,国外有大量的报导,直到目前为止还在不断的发展,有关这方面的综合报导可参照拙著《内吸性杀菌剂多菌灵研究》(第一报),和《内吸性杀菌剂的传导和作用机制》。

### 三、多菌灵的毒性问题

#### 1. 急性口服毒性及经皮毒性

根据国内外的试验结果,多菌灵及其类似物苯菌灵的急性口服毒性与经皮毒性等都是比

较低的,见表 2。

表 2 多菌灵和苯菌灵的急性毒性(各国的试验数值)

毒 性 别	中 国	美 国	西 德
急性口服LD <sub>50</sub>	>10,000 mg/kg (小白鼠)	>10,000 mg/kg (大白鼠)	>15,000 mg/kg [鼠(雌性)] >2,500 mg/kg [狗(雌性)]
经皮毒性		>5,000mg/kg(大白鼠腹膜) >10,000 mg/kg(兔子) 25%水悬液涂于剃过毛的皮肤上有轻微的刺激(荷兰猪)	>2,000 [鼠(雌)] (芝麻油液)
吸入毒性		LD <sub>50</sub> >2mg/l (大白鼠,曝露 4 小时)	
对眼刺激		100mg 的苯菌灵干粉或 0.1 ml 的 10%左右矿物油悬液,只能引起中度结膜炎(兔)	5%芝麻油液对眼无刺激、10%芝麻油溶液可使眼发红(兔)

## 2. 慢性毒性

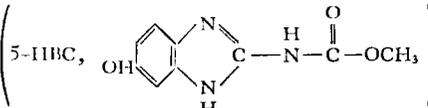
多菌灵及其类似物苯菌灵及甲基托布津等对温血动物的慢性毒性试验,国外的报导是很多的,在一般剂量下对动物都不致癌、致畸、致突变,只是在高剂量下对大白鼠的睾丸、甲状腺方面发现有异常病理现象。但是最近美国环保局<sup>[19]</sup>对苯菌灵和多菌灵也提出了有致癌、致突变的可能性,这有待于进一步证实。

据美国杜邦公司报导用苯菌灵所做的长期饲养结果如下:

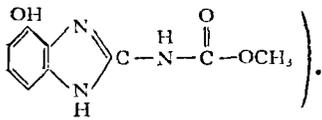
大白鼠(两年):每日饲养剂量比率为 100,500 及 2000 ppm,结果认为在任何一个试验群中都未发现在营养、临床、血液、尿方面在生物化学或病理学上的明显中毒性。

狗(两年):每日饲养剂量比率为 100,500 及 2500 ppm,结果认为在两个低剂量下未发现引起中毒现象。但在 2500 ppm 非常高的剂量下,出现有损害肝脏的作用和使之变硬的生物化学和病理学上的象征。

据沈阳市劳动卫生研究所 91 天饲养试验结果,在多菌灵日饲养量为 5,000 ppm 以上小组中雄性大白鼠的睾丸、甲状腺出现异常病理改变,5,000 ppm 以上时,全部雄性大白鼠睾丸的曲细精管内的精子减少,以至于各级精母细胞减少甚至完全脱失。曲细精管内出现固形核,甲状腺有较明显的弥漫性肿大。对小白鼠及雌性大白鼠的危害不如雄性明显。所以初步确定饲料中含多菌灵的最大耐受量为 1,000 ppm 以下,最小中毒量为 5,000 ppm。J. A. Gardiner<sup>[1]</sup>对苯菌灵及其代谢物多菌灵(MBC)在动物系统中(包括大白鼠、狗、乳牛和鸡)的归趋作了广泛性的研究(详见代谢部分)。用雄性大白鼠日给以 1% 玉米油和 2500 ppm 非放射性苯菌灵,经 12 天饲养后,再用胃内插管法给以含有[2-<sup>14</sup>C]苯菌灵的丙酮-花生油的混合物,在 72 小时内经大、小便排出的 [2-<sup>14</sup>C] 苯菌灵,相当于口服量的 99% 以上。在动物体中正常代谢为 5-羟基-

2-苯吡咪唑氨基甲酸甲酯(5-HBC, )，它以葡糖醛酸甙和/或硫酸

盐型的共轭化合物的型式从尿或尿中排泄出来,也还可能有少量的异构物(4-HBC,



根据用白鼠、狗、乳牛和鸡的研究，苯菌灵及其代谢物没有在动物

组织内积聚的倾向。牛乳和鸡蛋只有在高浓食谱水平(30—50ppm.)的苯菌灵存在下才含有可以检出的残留物。

代繁殖研究(大白鼠)

每日饲育剂量比率为 100, 500 及 2500 ppm.。在对照和试验群之间从繁殖、乳汁分泌等方面以及三代幼鼠的特征和表现上都没有差异。在接受日饲育率 2500 ppm 的 F<sub>3B</sub> 种属断乳后的小鼠身上未观察到有病变。

催畸方面研究(兔)

每日饲育比率 100 及 500 ppm, 结果在任何日饲育比率下都没有胚胎学上及催畸性方面效应的证明。

对鱼类及野生动物的毒性(96 小时 LC<sub>50</sub>)

①鱼类:

金鱼(50% 苯菌灵可湿粉)	4.2 ppm	
兰鳃翻车鱼(50% 苯菌灵可湿粉)	2.6 ppm	
虹鳟	0.4 ppm	
	60% 多菌灵可湿粉	20% 多菌灵胶悬液
Cyprinus carpio	114 ppm	261 ppm
Lebistes reticulatus	30.7 ppm	262 ppm
Salmo Gairder	0.29 ppm	2.4 ppm
草虾(96 小时 LC <sub>50</sub> ) (50% 苯菌灵)	46 ppm	
无作用水平	24 ppm	

②对野生动物毒性(50% 苯菌灵)

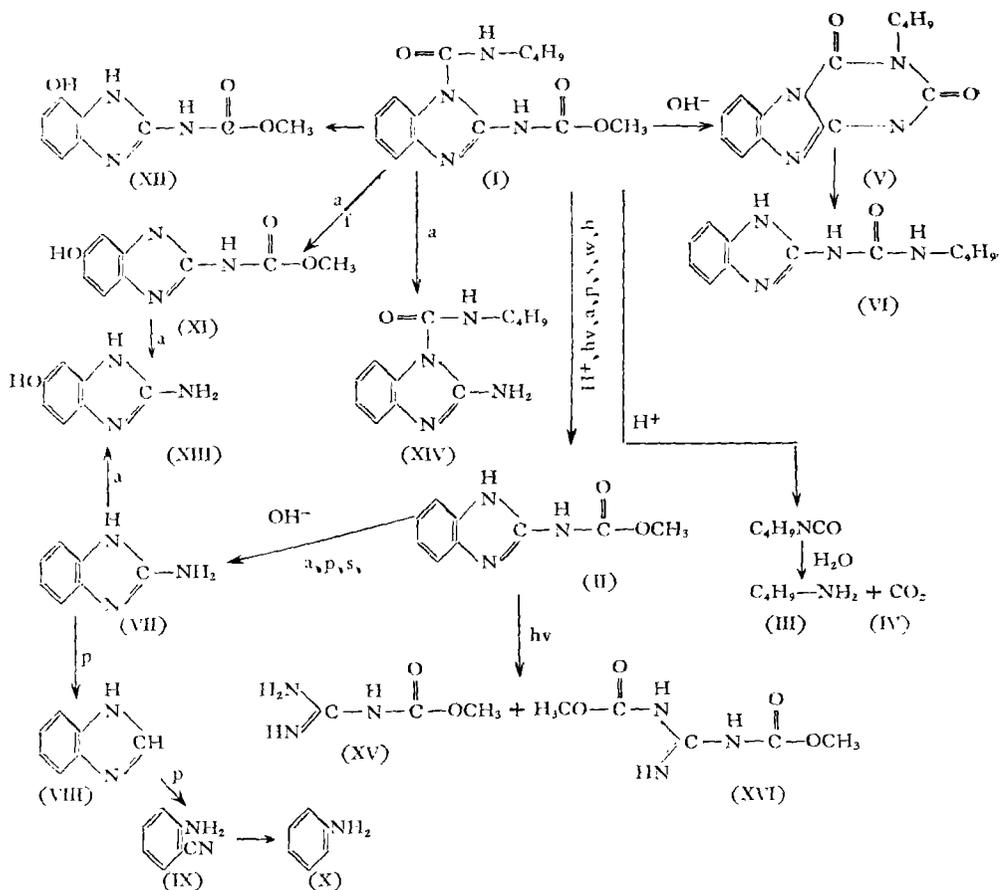
野鸭雏 (LC <sub>50</sub> , 8 天)	>5,000 ppm
北美鹤鹑 (LC <sub>50</sub> , 8 天)	>5,000 ppm

#### 四、多菌灵在动物、植物及土壤中代谢及残留物

苯并咪唑杀菌剂苯菌灵及多菌灵在动物、植物及土壤中代谢和残留的研究,近些年来有很多的报导。随着分析技术的提高,分离出的降解物的种类及由初期的 2—3 种,达到 37 种以上。初步发现在动植物体内及土壤中所产生的代谢物有所不同,特分别论述,并综合其代谢路如下(苯菌灵和多菌灵在动物、植物、土壤、水域中的代谢产物示意图见第 16 页):

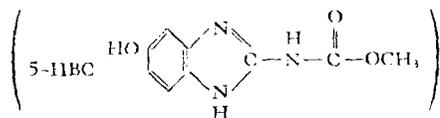
1. 苯菌灵及多菌灵在动物体内的代谢产物

J. J. Kirkland<sup>[3]</sup> 分析了在牛的乳汁、尿、屎及组织中苯菌灵的代谢产物主要为 5-HBC 及 4-HBC. J. A. Gardiner<sup>[5]</sup> 分析了用 2500 ppm 的苯菌灵饲育 6 个月的鼠在其尿中主要代谢物为 5-HBC. 以后作者又用放射性同位素苯菌灵对多种动物作了一系列的试验<sup>[1]</sup>, 发现苯菌灵在动物中随着适当的辄合作用机制即构成葡萄糖酸甙及硫酸盐,并且很快在 5-位上起氢氧



注: a——动物 p——植物 s——土壤 w——水 b——细菌 e——酶 l——光。

化反应<sup>[1,15]</sup>。代谢的主要产物为 5-羟基-2-苯胍咪唑氨基甲酸甲酯



并从尿中以葡萄糖甙或硫酸盐轭合物的型式排出,从白鼠、狗、乳牛和鸡的排泄物中得到证明。无论在短期或长期饲育过程中绝大部分苯菌灵及其代谢物都随时从尿尿中排泄出体外。在体内残留的只占极微量,而且在停止饲育后不久即全部排完(见附表 3-7)。主要代谢物中还

有 4-HBC  $\left( \begin{array}{c} \text{OH} \\ \text{C}_6\text{H}_4\text{N}_2\text{C}(\text{NH})\text{C}(=\text{O})\text{OCH}_3 \\ \text{H} \end{array} \right)$  可从某些系统中被检出。但是,主要的羟基代谢物仍然是

5-HBC。例如乳牛在 500 ppm 的饲育水平下,从尿中发现有高达 19 ppm 的 5-HBC 而 4-HBC 的浓度还不超过 1.9 ppm。绝大部分是以 <sup>14</sup>CMB 的状态排出,见附表 3-7。

表3 用 [2-<sup>14</sup>C] 苯菌灵或 [2-<sup>14</sup>C] 多菌灵处理大白鼠后放射活性的分布

样品分析	[2- <sup>14</sup> C 苯菌灵]			2- <sup>14</sup> C 多菌灵		
	24 小时	48 小时	72 小时	24 小时	48 小时	72 小时
外部所占百分值						
尿	78.9	85.3	85.8	83.5	87.6	88.0
尿	8.7	12.2	13.1	9.6	11.0	11.3
<sup>14</sup> CO <sub>2</sub>	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
洗鼠用酸			0.4			0.3
毛			0.2			0.1
体内所占百分值						
血			<0.01			<0.01
神经			<0.01			0.01
脂肪			<0.01			<0.01
胃肠道系统			0.2			0.3
心脏			<0.01			<0.01
肾脏			<0.01			<0.01
肝脏			0.2			0.1
肺脏			<0.01			<0.01
肌肉			<0.01			<0.01
脾脏			<0.01			<0.01
睾丸			<0.01			<0.01
尸体(无毛)			0.02			0.02
	87.6	97.6	100.00	93.1	98.0	100.

注: a. 总回收率为计算 <sup>14</sup>C 剂量的 91.8% b. 总回收率为计算 <sup>14</sup>C 剂量的 100.4%

表4 苯菌灵饲育乳牛后牛乳中残留物数据 (ppm<sup>a</sup>)

饲育后天数	10ppm <sup>b</sup>				50ppm <sup>b</sup>			
	110 <sup>c</sup>		123 <sup>c</sup>		128 <sup>c</sup>		149 <sup>c</sup>	
	5-HBC,	4-HBC	5-HBC	4-HBC	5-HBC	4-HBC	5-HBC	4-HBC
0 <sup>d</sup>	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
1	0.01	<0.01			0.05	0.02		
10	0.01	<0.01			0.06	0.04		
20			0.01	<0.01			0.04	0.01
31	0.01				0.05			
停止饲育苯菌灵后天数								
1			<0.01	<0.01			0.02	0.01
5			<0.01	<0.01			<0.01	<0.01

注: a. 苯菌灵/或多菌灵残留物在任何牛乳样中均未被检出(检出极限 0.02 ppm), 5HBC 和 4HBC 从以 2ppm 水平苯菌灵饲育的母牛的牛乳中, 以及对照的母牛的牛乳中均未检出(检出极限 0.01 ppm) b. 饲料中所含的苯菌灵 ppm c. 母牛数 d. 处理以前期间



表7 苯菌灵长期饲育(白鼠及狗日饲育 2500 ppm, 连续2年)后组织中残留物数据

动物	组织	饲育水平 ppm	残留物* ppm.					
			雄 性			雌 性		
			苯菌灵-多菌灵	5-HBC	4-HBC	苯菌灵-多菌灵	5-HBC	4-HBC
白鼠	肌肉	0	<0.05	<0.05	<0.1	<0.05	<0.05	<0.1
		2500	<0.05	0.52	<0.1	<0.06	0.51	<0.1
	脂肪	0	<0.05	<0.05	<0.1	<0.05	<0.05	<0.1
		2500	<0.05	0.08	<0.1	<0.05	<0.05	<0.1
	肝	0	<0.05	<0.05	<0.1	<0.05	<0.05	<0.1
		2500	0.61	2.5	<0.01	0.20	1.7	<0.1
肾	0	<0.05	<0.05	<0.1	<0.05	<0.05	<0.1	
	2500	1.4	22	0.45	0.20	2.8	<0.1	
狗	肌肉	0	<0.05	<0.05	<0.1	<0.05	<0.05	<0.1
		2500	<0.05	<0.05	<0.1	<0.05	<0.05	<0.1
	脂肪	0	<0.05	1.2 <sup>b</sup>	<0.1	<0.05	<0.05	<0.1
		2500	0.15	0.14	0.1	<0.05	<0.05	<0.1
	肝	0	<0.05	<0.05	<0.1	<0.05	<0.05	<0.1
		2500	<0.05	<0.05	<0.1	<0.05	<0.05	<0.1
肾	0	<0.05	<0.05	<0.1	<0.05	<0.05	<0.1	
	2500	<0.05	<0.05	<0.1	<0.05	0.12	<0.1	

注: a. 苯菌灵-多菌灵残渣按平均回收率 79% 作校正; 5-HBC 按 65% 作校正; 4-HBC 按 55% 作校正  
b. 明显的污染。

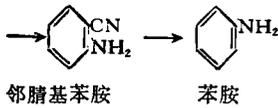


表8 用苯菌灵、2-AB 或 BZ (苯腈咪唑)处理过的西瓜苗叶上所测到的产物浓度 (毫克/公斤, 鲜重)

处理用物质	苯 菌 灵			2-AB				BZ	
	20	5	20	5	5	50	50	5	5
在培养液中处理物质的浓度 mg/l	20	5	20	5	5	50	50	5	5
处理时间(天)	24	60	60	24	60	24	60	12	60
同定出的产物游离化合物									
MBC	14.8	7.3	11.0						
2-AB	1.4	2.1	3.0	12.3	10.4	15.2	11.3		
BZ	0	0.9	1.2	1.9	4.5	2.1	4.1	17.3	13.4
2-胺基苯腈咪唑	0	0.7	1.1	1.5	2.9	1.3	3.3	2.3	4.2
邻苯二胺	0	0.2		0	0.2	0	0.2	0	0.5
苯胺	0	0.1	0.2	0	0.1	0	0.1	0	0.2
酸水解后游离出的化合物									
MBC	0	0.3	0.5						
2-AB	0	0.2	1.1	0	1.6	0	2.1	0	
BZ	0	0.2		0	1.7	0	1.5	0	2.3
未能同定出来的化合物									
代谢物 I	0	0	0	0	1.8	0	1.9	0	0
代谢物 II	0	0	0	0	1.2	0	1.4	0	0
代谢物 III	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9

最近 J. P. Rouchaud 等<sup>[21]</sup>从用苯菌灵处理过的胡萝卜、草莓和苹果中除上述代谢物外,还发现了邻苯二胺。这是以往未曾报导过的。他们<sup>[21]</sup>又用 2-氨基苯胂咪唑和苯胂咪唑分别处理了在培养液中生长的西瓜苗,也同样地得到了相应的代谢物,这就进一步证明了苯菌灵在上述代谢途径是正确的。

四川农科院用 <sup>14</sup>C 多菌灵和非放射性多菌灵混合后,浸泡白薯一分钟,代谢结果如下:

表 9 多菌灵在白薯上残留量的测定

窖藏时间 (天)	有效浓度 ppm	含多菌灵 纯量 ppm	薯 内 心 微克/克干重	薯 外 心 微克/克干重	薯 内 皮 微克/克干重	薯 心 皮 微克/克干重	薯 皮 微克/克干重	薯 表 皮 微克/克干重
100	400	600	无	无	无	11.28	13.92	837.78
	800	1200	无	无	无	23.33	77.04	1518.72
	1250	1875	无	无	无	30.11	152.73	2420.50
156	400	600	无	无	无	2.93	19.82	686.52
	800	1200	无	无	无	9.08	35.06	1484.39
	1250	1875	无	无	无	13.72	59.19	1878.79

江苏农学院用 <sup>14</sup>C 多菌灵测定出了在小麦植株上的残留消失速度及残留物在遮盖条件下消失半量的时间为 15—22 天。雨水对残留和消失有显著的影响。在无遮盖及受雨淋洗的情况下可使最后残留量降低到五分之一以下。<sup>14</sup>C 多菌灵在小麦植株各部位的残留量是: 籽粒 < 茎叶 < 颖壳, 根部只有极微量。1976 和 1977 年的测定结果在籽粒中的残留量为 0.5 ppm 以下。

浙江农科院等在水稻不同生育期施用多菌灵 50% 可湿粉 1500 倍液 (每亩 200 斤), 在糙米中残留物的检出量如下:

施药时间	糙米中残留物平均检出重
孕穗期	0.093 ppm
初穗期	0.13 ppm
齐穗期	0.13 ppm
灌浆期	0.33 ppm

收获期前 30—5 天之间, 糙米中残留物的变化并不太大。在稻壳中的残留量较大, 施药后 20 天检出残留物仍达 11.4 ppm。

沈阳化工研究院用不同浓度的 50% 多菌灵可湿粉悬浮液对水稻及小麦分别作了不同次数的处理, 得到以下结果见表 12; 用 50% 多菌灵悬液处理柑桔后, 分析在柑桔果肉中的多菌灵残留量见表 11。

表 10 多菌灵在水稻、小麦上的检出残留量

单位: ppm

作物 浓度 喷撒次数	水 稻				小 麦		
	1:1000	1:2,000	1:3,000	1:4,000	1:500	1:1000	1:2000
3 次	0.99	0.55	1.04	0.15	0.79	0.55	0.2
2 次	0.57	0.20	0.15	0.10			<0.1
1 次	0.1	0.06	0.05	0.05	0.13	< 0.1	0.05

表 11 多菌灵在柑桔果肉中的残留量

平均检出量 ppm	地 区		广 东	
	250 ppm	500 ppm	500 ppm	1000ppm
	0.038	0.071	0.17—0.22	0.06—0.35

最近日本曹达也有关于多菌灵在各种水果、蔬菜及粮食作物上的残留量<sup>[8]</sup>的报导。

### 3. 多菌灵类在土壤中的代谢及残留

F. J. Baude等<sup>[11]</sup>使用了<sup>14</sup>C标记和未标记的苯菌灵在美国四个地区的裸地和草地上作了研究。在生长草地的条件下,含苯腓咪唑总残留物的半衰期约为3—6个月,而在裸地的半衰期约为6—12个月。残留物的主要部分在4英寸左右的表层土壤中。施药四个月以后,从干燥的土壤中可以回收多菌灵65—75%,而从潮湿的土壤中则只能回收到20—30%。A. Helweg<sup>[22]</sup>等最近也得到了相似的结论。据N. Aharonson等<sup>[9]</sup>研究,多菌灵在土壤中随着酸度的增加在土壤中的吸附也就增加,因为多菌灵在低pH值的条件下就离子化,并且以离子化的状态吸附于土壤上。R. B. Hine等<sup>[14]</sup>试验了混入到灌水的棉田土壤中的苯菌灵的半衰期为3个月,并在严格的温室条件下分别研究了它在土壤中的固定性和它的降解产物。R. C. Rhodes等<sup>[13]</sup>还用流出及沥滤法,测定出苯菌灵及其在土壤中的降解物多菌灵在土壤中的移动性是很不好的。D. J. Anstin<sup>[18]</sup>用<sup>14</sup>C苯菌灵和<sup>14</sup>C多菌灵进行试验结果,发现每1公斤/公顷剂量施于地表,10个月后从地表22毫米以下的土壤中就发现不了放射性。从三个地区的田间试验发现,多菌灵在土壤中的残渣对土壤的pH值非常敏感,在pH为5.5时半衰期为26个月,pH为7.2时则缩短到3个月。

据江苏农学院研究,用<sup>14</sup>C多菌灵试验土壤对它的吸附作用,发现吸附作用是较强的(改良渡边法为97.24%;戈林法一克土壤的吸附率为52—45%)。它主要分布在0—4公分的表层中,淋洗可使多菌灵向下移动,但移动性不大,主要仍集中于0—10厘米的耕作层。

J. R. Fleeker<sup>[16]</sup>等和M. R. Siegel<sup>[17]</sup>报导了从2位上以<sup>14</sup>C标记的多菌灵处理过的土壤中有<sup>14</sup>CO<sub>2</sub>发生,这就指出在土壤中最后可导致苯腓咪唑环破裂,这是土壤中微生物作用所致。

## 五、多菌灵的允许残留量

德意志联邦共和国对多菌灵的允许残留量见下表。

表 12 多菌灵的允许残留量

品 名	允许残留量(ppm)	品 名	允许残留量(ppm)
香蕉类	1.0	苹果梨类	2.0
香蕉果肉	0.2	蔬 菜	1.0
柑 桔 类	7.0	禾 谷 类	0.5
柑 桔 肉	1.0	黄 瓜	0.5
葡 萄	3.0	其他植物性食物	0.1
菠 萝	2.0		

安全等待期: 水果类 14 天;草莓 14 天;禾谷类 35 天

美国环境保护局 (EPA) 批准的苯菌灵及其代谢物多菌灵的允许残留量见表 13。

表 13 苯菌灵及其代谢物多菌灵的允许残留量

品 名	允许残留量(ppm)	品 名	允许残留量(ppm)	品 名	允许残留物(ppm)	品 名	允许残留量(ppm)
巴旦杏肉	1	芹 菜	3	芒 果	3	家禽(肝)	0.2
苹 果	7*	櫻 桃	15	白 兰 瓜	3	家禽(肉、脂及 肝除外副产物)	0.1
苹果酱(干)	70FA	柑桔类(果实)	10 <sup>9c</sup>	牛 乳	0.1	南 瓜	1
杏	15	柑桔(肉干)	50FA	蘑 菇	10	葡 萄 干	50FA
鳄 梨	1	黄 瓜	1	油 桃	15	葡萄干渣	125FA
香 蕉	1	露 莓	7	油 桃 核	0.2(N)	复 盆 子	7
香 蕉 肉	0.2*	鸡 蛋	0.1	桃	15	大 米	5
蚕 豆	2	鹅(肉、脂及 肉副产物)	0.1	花生(叶、茎)	15	稻 壳	20FA
蚕豆蔓叶	50	葡 萄	10	花生(荚)	2	稻 草	15
黑 莓	7	葡萄(酱干)	125FA	花 生 仁	0.2	绵羊(肉、脂及 肉副产物)	0.1
兰 莓	7	猪(肉、脂及 肉副产物)	0.1	梨	7*	大 豆	0.2
Boy Sem 莓	7	马(肉、脂及 肉副产物)	0.1	凤 梨	35*	草 莓	5
家畜(肉、脂 及肉副产物)	0.1	Logan 莓	7	李(新、干)	15	甜 菜 根	0.2
甜 菜 头	15	番 茄	5	冬 南 瓜	1		
夏 南 瓜	1	番茄产品 (浓缩)	50FA	小 麦	0.05**		

注: FA——食品添加剂

N——忽视不计程度的允许残留量

\* 收获前或后施用

\*\* 政府规定, 1976 年生效, 免验的有俄勒冈州 6 个县, 华盛顿州 9 个县

### 参 考 资 料

- [1] Gardiner, J. A., J. Agri. & Food Chem., 22, 419 (1974).
- [2] Rouchaud, J. P., Phytopath., 64, 1513 (1974).
- [3] Kirkland, J. J., J. Agri. & Food Chem., 21, 171 (1973).
- [4] Gardiner, J. A., Ibid., 16, 1050 (1968).
- [5] Peterson, A. et al., Ibid., 17, 895 (1965).
- [6] Sisler, H. D., Ibid., 59, 705 (1969).
- [7] Erwin, D. C., Ibid., 59, 1775 (1969).
- [8] 日本曹达: Japan Pesticide Information, No. 30, p. 14.
- [9] Alatonson et al., J. Agri. & Food Chem., 23, 720, (1975).
- [10] Rhodes, R. C., et Long, J. D., Bull. Environ. Contam. Toxicol., 12, 385, (1974).
- [11] Baude, F. J., Gardiner, J. A. et al., Ibid., 22, 413, (1974).
- [12] Rouchaud, J. P., Pestic. Sci., 8, 23, (1977).
- [13] Rouchaud, J. P., J. Agri. & Food Chem., 22, 259, (1974).
- [14] Hine, R. B., Phytopath., 60, 330, (1970).
- [15] Doueh, P. G. C., Xenobiotica, 3, 367.
- [16] Flecker, J. R., et al., J. Agri. & Food Chem., 22, 592, (1974).
- [17] Siegel, M. R., Phytopath., 65, 219, (1975).
- [18] Austin, D. J., Pestic. Sci., 7, 201, (1976).
- [19] Pesticide & Toxic Chemical News, Oct. 12, 1977.
- [20] Rouchaud, J. P., et al., Pestic. Sci., 8(1), 23.
- [21] Ibid, 8(1), 31.
- [22] Helweg, A., et al., Ibid, 8(1), 71.