

· 研究论文 ·

新化合物 HIA-1 的除草活性评价

段敏¹, 王金信^{*1}, 贺红武^{*2}, 孙健¹, 杨娜¹, 吴翠霞¹, 彭浩²

(1. 山东农业大学 植物保护学院, 山东 泰安 271018; 2. 华中师范大学 化学学院 农药化学研究所, 武汉 430079)

摘要:为明确新化合物 O,O-二甲基-1-(2,4-二氯苯氧基乙酰氧基)呋喃甲基膦酸酯(HIA-1)的开发应用前景,对其除草活性、杀草谱、对作物的安全性、施药适期、吸收部位进行了综合评价。温室盆栽试验结果表明:该化合物在有效成分用量为 600 g/hm² 剂量下对苘麻、反枝苋、马齿苋等常见阔叶杂草具有较高的除草活性,茎叶处理后防效在 90% 以上;在有效成分用量为 1 600 g/hm² 剂量下对小麦、玉米较安全,鲜重抑制率分别为 9.06% 和 12.04%,对棉花、花生、大豆和油菜有明显的药害;使用适期为杂草 2~3 叶期。活性炭隔离和植株茎叶喷雾、灌根试验结果表明,该化合物可通过胚芽、胚根、根、茎、叶吸收入植物体内。化合物 HIA-1 具有作为小麦和玉米田阔叶杂草防除药剂进一步开发应用的价值。

关键词: HIA-1; 除草活性; 杀草谱; 作物安全性; 吸收部位

中图分类号: S482.4

文献标志码: A

文章编号: 1008-7303(2009)02-0197-06

Evaluation on Biological Activity of New Compound HIA-1

DUAN Min¹, WANG Jin-xin^{*1}, HE Hong-wu^{*2}, SUN Jian¹,
YANG Na¹, WU Cui-xia¹, PENG Hao²

(1. College of Plant Protection, Shandong Agricultural University, Taian 271018, Shandong Province, China;

2. Institute of Agricultural Pesticide Chemistry, Central China Normal University, Wuhan 430079, China)

Abstract: In order to demonstrate the development and application value of a novel compound O,O-dimethyl-1-(2,4-dichlorophenoxy-acetyloxy) methylfuran phosphonate (HIA-1), comprehensive evaluation on the herbicidal activity, spectrum of weed control, safety to crops, application timing and absorption site of HIA-1 were carried out. The result of pot bioassay in greenhouse showed that the efficacy of HIA-1 to most familiar latifoliate weeds such as *Abitilon theophrasti*, *Amaranthus retroflexus* and *Portulaca oleracea* was over 90% at dosage of 600 g (a.i.) / hm². It was safe to wheat and corn at dosage of 1 600 g (a.i.) / hm², the fresh-weight inhibitory rate was 9.06% and 12.04% respectively, however it showed obvious phytotoxicity to cotton, peanut, soybean and cole at the same dosage. The application timing of HIA-1 was from 2 to 3-leaf stage of weeds. By the method of active carbon isolation, spraying leaves and pouring roots, the absorption site of HIA-1 was studied. The result suggested HIA-1 could be absorbed by buds, radicles, leaves, root and stems. In conclusion, HIA-1 showed potentials in controlling latifoliate weeds in wheat and corn fields.

Key words: HIA-1; herbicidal activity; spectrum of weed control; safety to crops; absorption site

收稿日期: 2008-09-28; 修回日期: 2008-12-10.

作者简介: 段敏 (1983-), 女, 山东济南人, 硕士研究生, E-mail: duanm001@163.com; * 通讯作者 (Author for correspondence): 王金信 (1962-), 男, 山东胶南人, 教授, 博士生导师, 从事除草剂毒理与应用技术研究; 贺红武 (1953-), 女, 教授, 博士生导师, 从事农药化学研究。
联系电话: 0538-8241114; E-mail: wangjx@sdau.edu.cn, he1208@public.wh.hb.cn

丙酮酸脱氢酶系是一个具有新农药化合物开发意义的作用靶标,但目前尚无以其为靶标的商品化除草剂,因此,丙酮酸脱氢酶抑制剂的开发与研究成为了颇受关注的领域^[1,2]。近年来,华中师范大学农药与化学生物学教育部重点实验室创制合成了 氧代磷酸酯类先导结构^[3]。研究发现某些磷酸酯及其衍生物具有良好的除草活性^[4-6],并对丙酮酸脱氢酶系具有很强的抑制作用^[7],属于丙酮酸脱氢酶系抑制剂。贺红武等通过对先导化合物的骨架及取代基进行优化和修饰,并在 氧代磷酸母体中引入了取代苯氧乙酸活性结构单元,可与磷酸基产生协同作用,由此合成了一系列新的化合物^[8]。

为探索该类化合物的开发应用前景,笔者以其中的 O,O-二甲基-1-(2,4-二氯苯氧基)乙氧基)咪喃甲基磷酸酯(HIA-1)为例,对其室内除草活性、杀草谱、作物选择性、吸收部位等进行了研究,结果报道如下。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

1.1.1 供试药剂 30% HIA-1 乳油(30% 活性成分,助剂为吐温-80,溶剂为二甲苯、乙二醇等),华中师范大学提供;对照药剂为 72% 的 2,4-D 丁酯(2,4-D butylate)乳油,大连松辽化工有限公司产品。先用蒸馏水将乳油配制成母液,然后逐级稀释至所需浓度。

1.1.2 植物试材 杂草种子均采自山东泰安周边地区;作物种子为常规品种,购于山东泰安种子公司。

1.1.3 主要仪器 3W T- 型喷雾塔,北京蕾茜纳环保科技发展有限公司;SPX 型智能生化培养箱,宁波江南仪器厂;德国 GA 110 型万分之一电子天平;LRH-150-G 光照恒温培养箱,广东省医疗器械厂。

1.2 试验方法

1.2.1 除草活性测定 采用温室盆栽法。以稗草 *Echinochloa crusgalli* 等 6 种常见杂草为试材(见表 1),待植株长至 3 叶期时在自动喷雾装置上进行芽后茎叶处理和芽前土壤处理(于处理前 1 d 播种),处理剂量(有效成分用量,下同)分别为 200、400、600、800、1 000 g/hm²,以清水(蒸馏水,下同)为空白对照,每处理重复 3 次,处理后移入

温室内培养(白天温度 28 ± 5,晚上 23 ± 5,相对湿度 75% ± 5%)。定期观察植株反应症状,并于处理后 20 d 称取地上部分鲜重,计算鲜重抑制率(%)。

1.2.2 对作物的安全性测定 待玉米等供试作物(见表 2)生长至 3 叶期时,在自动喷雾装置上进行茎叶喷雾处理,处理剂量分别为 400、600、800、1 200、1 600 g/hm²,每处理重复 3 次,以清水为空白对照,处理后置于温室中生长,定期观察植株生长情况,记录受害症状。于处理后 20 d 称取地上部分鲜重,计算鲜重抑制率(%)。

1.2.3 杀草谱测定 参照文献[9]方法,选择 21 种常见杂草(见表 3)供试。待杂草生长至 3 叶期时,在自动喷雾装置上进行茎叶喷雾处理,处理剂量分别为 400、600、800、1 000 g/hm²,每处理重复 3 次,以清水为空白对照,处理后放入温室中,观察植株生长变化,于处理后 20 d 称取地上部分鲜重,计算鲜重抑制率(%)。

1.2.4 施药适期测定 以苘麻 *Abutilon theophrasti* 为试材,定期播种各批次供试杂草,待其分别长至 1、2、3、4、5、6 叶期时进行一次性茎叶喷雾处理。处理剂量分别为 200、400、600 g/hm²,以清水为对照,每处理重复 3 次。于处理后 20 d 称取地上部分鲜重,计算鲜重抑制率(%),以明确施药适期。

1.2.5 吸收部位测定 参照文献[10~12]方法进行。

处理:以苘麻和反枝苋 *Amaranthus retroflexus* 为试材,以 2,4-D 丁酯为对照药剂,采用活性炭隔离法,将药剂和石英砂配制成浓度分别为 0.15 和 0.30 mg/g 的药砂,保持石英砂含水量在 30% 左右,每处理 3 个重复。1) 根层处理:称取 60 g 药砂于塑料杯内(直径 5 cm),空白对照加等量无药砂,上铺一层 0.5 cm 厚活性炭,播入供试杂草种子,覆盖 30 g 无药砂。2) 芽层处理:称取 60 g 无药砂于塑料杯内,播入种子,上铺一层 0.5 cm 厚活性炭,覆盖 30 g 药砂,空白对照覆盖等量无药砂。将塑料杯放入人工气候箱内培养,在温度为 25、相对湿度 80%、光暗比 12 h/12 h、光照 12 000 lx 条件下培养 14 d,测定根、芽的长度,计算抑制率(%)。

处理:采用滤纸隔离法对 3 叶期苘麻进行药液茎叶喷雾和灌根(不接触茎叶)处理(每盆灌药液 9 mL,盆钵直径为 9 cm),药剂处理浓度分别为 0.9、1.3 和 1.8 mg/mL,每处理 3 个重复,置于温室内生长,20 d 后调查植株生长情况并称取地

上部分鲜重,计算植株死亡率和鲜重抑制率。

2 结果与分析

2.1 除草活性

温室盆栽结果表明,不同植物对 HIA-1 的反应敏感性不同,且均为激素类症状。阔叶类杂草在施药处理 2 d 后植株出现扭曲畸形,生长矮小,10 d 后茎部开始出现瘤状膨大物,从膨大处开始干枯,逐渐死亡;禾本科杂草施药后表现为生长矮

小,10 d 后根基部开始变为黑褐色,逐渐腐烂。由表 1 可见,处理剂量下,HIA-1 对阔叶杂草具有较高防效,对禾本科杂草防效一般,且芽后茎叶处理效果明显高于芽前土壤处理。在 600 g/hm² 有效剂量芽后茎叶处理中,对反枝苋、苘麻和马齿苋的防效均在 90% 以上;对牛筋草的防效可达 79.83%。HIA-1 对禾本科杂草如稗草、马唐的防效较低,1 000 g/hm² 处理下仅为 51.07% 和 70.92%。

表 1 HIA-1 的除草活性

Table 1 The results of herbicidal activity treated by HIA-1

剂量 Dose /[g(a.i)/hm ²]	鲜重抑制率 Inhibitory rate of fresh weight(%)											
	稗草 Echinochloa crusgalli		马唐 Digitaria sanguinalis		牛筋草 Eleusine indica		马齿苋 Portulaca oleracea		反枝苋 Amaranthus retroflexus		苘麻 Abutilon theophrasti	
	芽前 Pre-	芽后 Post-	芽前 Pre-	芽后 Post-	芽前 Pre-	芽后 Post-	芽前 Pre-	芽后 Post-	芽前 Pre-	芽后 Post-	芽前 Pre-	芽后 Post-
200	-3.68e	5.71e	-2.08e	12.58e	-1.69e	11.86e	3.21e	33.13d	2.17e	59.34d	2.35e	42.34c
400	2.91d	17.34d	2.17d	28.34d	5.33d	40.24d	16.48d	75.63c	17.54d	85.78c	18.94d	80.18b
600	7.33c	25.76c	8.24c	33.40c	12.67c	79.83c	24.87c	96.04b	22.32c	98.12b	23.86c	100a
800	10.04b	36.16b	11.06b	48.32b	16.34b	88.35b	35.24b	100a	34.18b	100a	36.83b	100a
1 000	15.38a	51.07a	17.98a	70.92a	21.37a	92.68a	45.12a	100a	39.75a	100a	44.09a	100a

注:表中数据后不同字母表示经 Duncan 氏新复极差测试,不同浓度处理在 P_{0.05} 水平上差异显著。表 2 同。

Note: Data in a column followed by different capital letters means significant differences at P_{0.05} after treatments with different concentration of HIA-1 by Duncan's multiple range test. The same as in Table 2.

2.2 对作物的安全性

由表 2 可见,HIA-1 对不同作物的安全性存在差异。其中油菜最为敏感,400 g/hm² 处理 1 d 后即表现出扭曲症状,并逐渐死亡,20 d 时植株全部死亡,鲜重抑制率为 100%;大豆、花生、棉花在

400 g/hm² 剂量下均表现出药害,主要症状为生长缓慢、植株扭曲。HIA-1 对玉米相对安全,在本试验剂量下未出现明显药害症状;小麦对该药的耐药性最强,400~800 g/hm² 剂量处理下不仅未出现药害症状,反而显示出促进生长的作用。

表 2 HIA-1 对作物的安全性评价

Table 2 The result of safety of HIA-1 to crops

剂量 Dose /[g(a.i)/hm ²]	鲜重抑制率 Inhibitory rate of fresh weight(%)					
	玉米 Com	小麦 Wheat	棉花 Cotton	大豆 Soybean	花生 Peanut	油菜 Cole
400	2.02e	-4.39c	21.20e	18.17e	17.81e	100a
600	3.34d	-4.92c	28.42d	21.24d	24.12d	100a
800	5.86c	-5.36d	33.78c	29.37c	27.27c	100a
1 200	9.67b	7.69b	42.35b	35.26b	36.02b	100a
1 600	12.04a	9.06a	55.26a	43.53a	48.16a	100a

2.3 杀草谱

HIA-1 对 21 种供试杂草的除草活性测定结果见表 3。可见,其对阔叶杂草具有良好的防除效

果,而对禾本科杂草的活性一般。在 600 g/hm² 剂量下,对苘麻、反枝苋、藜、马齿苋、苍耳的防效均达到 90% 以上;对鳢肠、鬼针草、田旋花、独行

菜、牛筋草的防效在 80%~90%之间;对繁缕、荠菜的防效在 60%~80%之间;泽漆和马唐对 HIA-1 的敏感性一般,防效为 30%~60%;对 HIA-1 不敏感的耐药性杂草有猪殃殃、稗草、狗尾草、看麦娘、野燕麦和异型莎草,防效均低于 30%。

表 3 HIA-1 的杀草谱

Table 3 Weed spectrum of HIA-1

供试杂草 Weed tested	HIA-1 处理剂量 Dose of HIA-1 / [g(a.i.) / hm ²]			
	400	600	800	1 000
苘麻 <i>Abutilon theophrasti</i>	+++	++++	++++	++++
反枝苋 <i>Amaranthus retroflexus</i>	+++	++++	++++	++++
藜 <i>Chenopodium album</i>	+++	++++	++++	++++
马齿苋 <i>Portulaca oleracea</i>	++	++++	++++	++++
苍耳 <i>Xanthium sibiricum</i>	+++	++++	++++	++++
醴肠 <i>Eclipta prostrata</i>	+++	+++	++++	++++
猪殃殃 <i>Galium aparine</i>	-	-	+	++
泽漆 <i>Euphorbia helioscopia</i>	-	+	++	++
鬼针草 <i>Bidens pilosa</i>	++	+++	+++	++++
田旋花 <i>Convolvulus arvensis</i>	++	+++	+++	++++
稗草 <i>Echinochloa crusgalli</i>	-	-	+	+
独行菜 <i>Lepidium latifolium</i>	++	+++	++++	++++
繁缕 <i>Stellaria media</i>	+	++	+++	+++
播娘蒿 <i>Descurainia sophia</i>	+	+	++	++
荠菜 <i>Capsellabursapastoris</i>	+	++	++	+++
牛筋草 <i>Eleusine indic</i>	+	+++	+++	++++
马唐 <i>Digitaria sanguinalis</i>	-	+	+	+
狗尾草 <i>Setaria viridis</i>	-	-	-	-
看麦娘 <i>Alopecurus aequalis</i>	-	-	-	+
野燕麦 <i>Avena fatua</i>	-	-	-	-
异型莎草 <i>Cyperus difformis</i>	-	-	+	+

注: ++++表示防效 >90%; +++表示防效为 90%~80%; ++表示防效为 80%~60%; +表示防效为 60%~30%; -表示防效 <30%。

Note: ++++ means inhibitory rate of fresh weight >90%; +++ means inhibitory rate of fresh weight between 80% and 90%; ++ means inhibitory rate of fresh weight between 60% and 80%; + means inhibitory rate of fresh weight between 30% and 60%; - means inhibitory rate of fresh weight <30%.

2.4 施药适期

不同叶龄试材对药剂的反应敏感性有很大差异。由图 1 可见,在 200~600 g/hm² 剂量下, HIA-1 对不同叶龄的苘麻均有一定的防效,但在 2~3 叶期时施药防效最高,600 g/hm² 处理剂量下达到 90% 以上。

2.5 吸收部位

由表 4 可知,在较低浓度 (0.05 mg/g) 的 2,4-

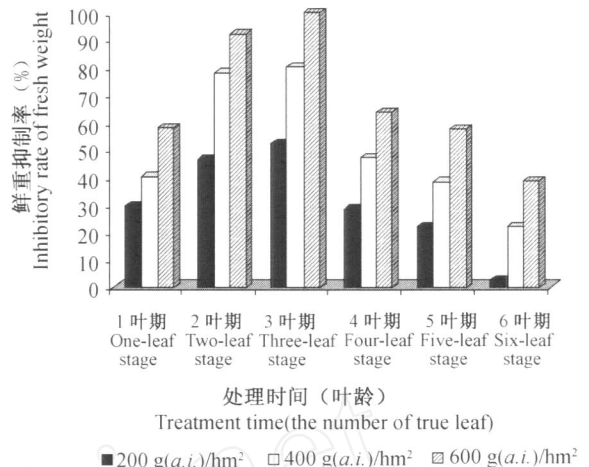


图 1 HIA-1 对不同叶龄苘麻的鲜重抑制率

Fig 1 The fresh weight inhibitory rate of *A. theophrasti* at different leaf stage treated by HIA-1

D 丁酯处理下,根层处理时,反枝苋和苘麻根的生长均受到抑制,但对芽的生长则几乎无影响;芽层处理时,反枝苋和苘麻芽的生长均受到抑制,但对根的生长则无明显的抑制作用。而经较高浓度 (0.15 mg/g) 的 2,4-D 丁酯处理后,芽和根的生长均受到一定的抑制。分析认为,在较高浓度下,2,4-D 丁酯可能由根、芽吸收后经过传导,对芽和根的生长同时产生了抑制作用。

经 HIA-1 处理后,对反枝苋、苘麻芽和根的生长均有明显的抑制作用,可见 HIA-1 可通过根、芽吸收进入植物体内。在 0.15 和 0.30 mg/g 浓度下,芽层处理对反枝苋芽长的抑制率分别为 6.40% 和 13.7%,根层处理对根长的抑制率分别为 12.9% 和 20.6%;芽层处理对苘麻芽长的抑制率分别为 9.23% 和 17.5%,根层处理对根长的抑制率分别为 14.7% 和 26.9%,即根层处理对根的抑制率高于芽层处理对芽的抑制率。

从苘麻茎叶喷药和灌根处理试验结果 (表 5) 可看出,在 HIA-1 0.9、1.3 和 1.8 mg/mL 剂量处理下,苘麻均表现出不同程度的受害情况,说明 HIA-1 能通过根及茎叶吸收进入植株体内;并且根部向茎叶的传导能力较好,表现在灌根处理 2 d 后苘麻即出现明显受害症状,生长严重矮化,茎部出现瘤状膨大物,心叶发黄,植株逐渐干枯以至死亡;在相对较高剂量下,茎叶处理植株也表现出明显的受害症状。

表 4 活性炭隔离条件下 HIA-1 的吸收部位测定结果

Table 4 The result of absorption site of HIA-1 after isolation by active carbon

供试药剂 Pesticides	处理浓度 Concentration (mg/g)	抑制率 Inhibitory rate (%)							
		反枝苋 <i>Amaranthus retroflexus</i>				苘麻 <i>Abutilon theophrasti</i>			
		根层处理		芽层处理		根层处理		芽层处理	
		根长 Root length	芽长 Bud length	根长 Root length	芽长 Bud length	根长 Root length	芽长 Bud length	根长 Root length	芽长 Bud length
2,4-D 丁酯 2,4-D butylate	0.05	19.7a	1.24	3.54	11.4b	20.3a	1.03	2.84	13.5b
	0.15	31.9a	12.4	13.5	21.8b	38.4a	10.5	12.6	24.1b
HIA-1	0.15	12.9a	2.63	13.7	6.40b	14.7a	2.65	24.3	9.23b
	0.30	20.6a	7.69	53.3	13.7b	26.9a	15.9	60.5	17.5b

注:表中数据后不同字母表示经 Duncan 氏新复极差测试,在同一浓度下根层处理对根长的抑制率和芽层处理对芽长的抑制率在 $P_{0.05}$ 水平上差异显著。

Note: Data in a column followed by different small letters are significantly different between inhibitory rate of root length after root treatment and inhibitory rate of bud length after bud treatment with the same concentration at $P_{0.05}$ according to Duncan's multiple range test

表 5 苘麻茎叶喷雾和灌根处理下 HIA-1 的吸收部位测定结果

Table 5 The result of absorption site of HIA-1 after treatment by pouring roots and spraying leaves and stem of *A. theophrasti*

处理 Treatment	HIA-1					
	0.9 mg/mL		1.3 mg/mL		1.8 mg/mL	
	植株死亡率 (%) Plant death rate	鲜重抑制率 (%) Inhibitory rate of fresh weight	植株死亡率 (%) Plant death rate	鲜重抑制率 (%) Inhibitory rate of fresh weight	植株死亡率 (%) Plant death rate	鲜重抑制率 (%) Inhibitory rate of fresh weight
茎叶喷雾 Spray leaves and stem	68.33b	79.18b	85.00b	92.50b	100b	100a
灌根 Pour roots	100a	100a	100a	100a	100a	100a

注:表中数据后不同字母表示经 Duncan 氏新复极差测试,同一浓度下茎叶喷雾和灌根处理防效在 $P_{0.05}$ 水平上差异显著。

Note: Data in a column followed by different small letters are significantly different between two treatments with the same concentration at $P_{0.05}$ according to Duncan's multiple range test

3 小结与讨论

本研究结果表明,新化合物 HIA-1 表现出较好的除草活性,芽后处理活性明显高于芽前处理;在 $600 \sim 800 \text{ g/hm}^2$ 剂量下,可有效防除反枝苋、苘麻、藜、苍耳、马齿苋等常见阔叶杂草,防效达 90% 以上,但其对禾本科杂草防效较低。在低于 1600 g/hm^2 剂量下,对玉米、小麦具有较好的安全性,但双子叶类作物对其较为敏感。使用适期为杂草 2~3 叶期。与常规茎叶除草剂相似,叶龄越大,植株代谢越强,杂草耐药性越强,因此 4、5、6 叶期时防效较低;而 1 叶期时,因杂草植株矮小,整体吸收药剂的面积较小,防效有所降低。除草活性测定和作物安全性测定结果表明,在较低浓度下,小麦、玉米及禾本科杂草稗草、马唐、牛筋草

的鲜重抑制率均为负值,即用 HIA-1 处理后反而促进了植株生长,其原因还有待进一步研究;HIA-1 处理后,大豆、花生、棉花表现出生长缓慢、扭曲的症状,这可能与该化合物含有与 2,4-D 类似的结构有关,具体还需进一步研究确定。

HIA-1 可通过根、茎叶、芽吸收进入植物体内。芽层处理后植株幼根膨大、短小,有典型的药害症状,对根长的抑制率明显高于对芽长的抑制率,说明药剂经芽吸收后,可以向下传导到根;灌根处理后,植株茎叶扭曲,茎部膨大,说明该化合物可以由根部向上传导到茎叶,因此该化合物可能具有双向传导性,但具体也还需进一步研究确定。

试验表明,化合物 HIA-1 具有进一步开发为小麦和玉米田阔叶杂草防除药剂的价值。但由于本试验结果受温室等环境因素的局限,因此还需

增加试验次数、大田试验,并开展对后茬作物的安全性、毒理与环境评价等一系列相关研究,从而更全面系统地评价该化合物的开发应用前景。

参考文献:

- [1] WANG Tao(王涛), HE Hong-wu(贺红武), YUAN Jun-lin(袁均林). 丙酮酸脱氢酶系: 除草剂品种的新靶标 [J]. Chin J Appl Chem (应用化学), 2003, 20(7): 613-617.
- [2] TAN Hong-liang(谭宏亮), YUAN Jun-lin(袁均林), HE Hong-wu(贺红武), et al 膦酸酯单钠盐对丙酮酸脱氢酶活性的影响 [J]. Chemistry & Bioengineering (化学与生物工程), 2005, (6): 4-5.
- [3] YANG Song(杨嵩), WAN Jian(万坚), CHEN Ting(陈婷), et al 氧代膦酸酯类衍生物的 CoMFA 研究 [J]. J Central China Normal Univ, Nat Sci (华中师范大学学报, 自然科学版), 2006, 40(1): 58-59.
- [4] CHEN Jie(陈杰), TAI Wen-jun(台文俊), XU Xiao-yan(徐小燕), et al 新除草剂 HW 02 室内除草生物活性评价 [J]. Modern Agrochemicals(现代农药), 2005, 4(5): 10-12.
- [5] QÜ Guo-sheng(瞿国胜), YUAN Jun-lin(袁均林), MEI Xing-yuan(梅星元), et al 氧代膦酸酯生物活性机理的探讨——O, O-二甲基-(2, 4-二氯苯氧丙酰氧基)丙基膦酸酯对绿豆幼苗抗氧化酶的影响 [J]. J Central China Normal Univ, Nat Sci(华中师范大学学报, 自然科学版), 2000, 34(1): 78-80.
- [6] HE Hong-wu(贺红武), WANG Jun(汪军), LIU Zhao-jie(刘钊杰), et al 具有生物活性有机磷化合物的研究 () [J]. J Central China Normal Univ, Nat Sci(华中师范大学学报, 自然科学版), 1994, 28(1): 71-76.
- [7] HE Hong-wu(贺红武), LIU Zhao-jie(刘钊杰). 具有除草活性的 氧代膦酸酯生物研究进展 [J]. Org Chem (有机化学), 2001, 21(11): 878-883.
- [8] HE Hong-wu(贺红武), LIU Zhao-jie(刘钊杰), WAN Shu-qing(万树青), et al 具有除草活性的取代苯氧乙酰氧基烷基膦酸酯及制备: CN 97109095. 5 [P]. 1998-11-04.
- [9] HUANG Guo-yang(黄国洋). Pesticide Experimental Technology and Evaluation (农药试验技术与评价方法) [M]. Beijing(北京): China Agriculture Press(中国农业出版社), 1999: 68-69.
- [10] LIM ing-zhi(李明智), CHEN Jie(陈杰), WU Sheng-gan(吴声敢). 新除草活性化合物吸收与传导特性初探 [J]. Zhejiang Chem Ind(浙江化工), 2000, (31): 43-45.
- [11] CHEN Nian-chun(陈年春). Pesticide Bioassay Technology (农药生物测定技术) [M]. Beijing(北京): Beijing Agricultural University Press(北京农业大学出版社), 1991.
- [12] XU Xiao-yan(徐小燕), CHEN Jie(陈杰), TAI Wen-jun(台文俊), et al 新型水稻田除草剂 SDC0171 的作用特性研究 [J]. Pestic Sci Adm in(农药科学与管理), 2006, 25(9): 37-41.

(Ed. TANG J)

· 书讯 ·

最新版 UK PESTICIDE GUIDE

由 M. A. Lainsbury 主编的《THE UK PESTICIDE GUIDE》(2009 版)已经出版,书中介绍了 1 300 余种农药产品信息,其中有 5 个是新活性成分,另外还包括一些不再支持但仍可在英国使用的品种。最新版首次增加了农药的作用机制编码(来自 the International Resistance Action Comm ittees),旨在帮助用药者做出更明智的选择,减少抗性问題。有关该书更详细的信息参见 <http://www.bcpc.org/bookshop>

杨新玲摘自《IPM net NEWS》Issue 170, April/M ay, 2009