

· 研究论文 ·

# 枸骨内生真菌抗菌代谢产物的鉴定及活性研究

陈列忠, 陈建明, 郑许松, 张珏锋, 俞晓平\*

(浙江省农业科学院 植物保护与微生物研究所, 杭州 310021)

**摘要:** 对一株枸骨内生真菌哈茨木霉 *Trichoderma harzianum* 抗菌活性成分的分离、鉴定及其抗菌生物活性进行了研究。该真菌发酵液经乙酸乙酯萃取、正相硅胶和 ODS-反相色谱分离纯化得到一单端孢霉烯化合物, 经红外、质谱和核磁分析, 鉴定为: 4 $\beta$ -乙酰基-12, 13-环氧-9-单端孢霉烯 (*trichodem in*), 这是首次从哈茨木霉菌代谢产物中分离出该化合物。*Trichodem in* 对蕃茄早疫病和黄瓜立枯病病原菌的离体抑制活性  $EC_{50}$  值分别为 3.35 和 3.59 mg/L; 活体测定结果表明, 在 100 mg/L 的剂量下对两种病的保护效果分别为 97.8% 和 98.1%, 治疗效果为 96.7% 和 97.3%。

**关键词:** 枸骨; 内生真菌; 哈茨木霉菌; 4 $\beta$ -乙酰基-12, 13-环氧-9-单端孢霉烯; 抑菌活性

中图分类号: S482.292

文献标志码: A

文章编号: 1008-7303(2007)02-0143-06

## Identification and Antifungal Activity of the Metabolite of Endophytic Fungi Isolated from *Llex cornuta*

CHEN Lie-zhong CHEN Jian-ming ZHENG Xu-song ZHANG Jue-feng YU Xiaoping\*

(Institute of Plant Protection and Microbiology, Zhejiang Academy of Agricultural Sciences, Hangzhou 310021)

**Abstract** The isolation, identification and antifungal activity of the active metabolite of the endophytic fungus *Trichoderma harzianum* from *Llex cornuta* Lindl were studied. The fermentation liquor of the endophytic fungi was extracted by ethyl acetate and purified by silica gel and reversed phase chromatography (ODS). A trichothecene compound was obtained and its structure was identified as 4 $\beta$ -acetoxyl-12, 13-epoxy-9-trichothecene (*trichodem in*) by IR, MS and NMR. The compound was separated from the metabolite of Endophytic Fungi for the first time. The  $EC_{50}$  values of *trichodem in* inhibiting the mycelia growth of *Alternaria solani* and *Rhizoctonia solani* were 3.35 and 3.59 mg/L, respectively. In addition, protective effects and therapeutic effects of *trichodem in* at 100 mg/L against *A. solani* and *R. solani* were 97.8%, 98.1% and 96.7%, 97.3%, respectively.

**Key words** *Llex cornuta* Lindl; endophytic fungi; *Trichoderma harzianum*; *trichodem in*; antifungal activities

自 1898 年 Vogl 从黑麦草种子内分离出第一株内生真菌以来, 植物内生菌作为一种新的微生物资源受到了广泛重视<sup>[1]</sup>, 而 Strobel 从短叶红豆

杉 *Taxus brevifolia* Nutt 的树皮中分离出一株能产生紫杉醇 (Taxol) 的内生真菌 *Taxomyces andreana*, 更使植物内生菌成为了国内外研究的热点<sup>[2]</sup>。国

收稿日期: 2007-02-27; 修回日期: 2007-04-26.

作者简介: 陈列忠 (1975-), 男, 浙江省余姚市人, 助理研究员, 联系电话: 0571-86404063; E-mail: zwsc163@163.com.\* 通讯作者 (Author for correspondence): 俞晓平 (1963-), 男, 浙江省杭州人, 研究员, 博士生导师, 主要从事生物农药方面的研究. E-mail: yxp@cjlu.edu.cn

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (30470227); 浙江省科技厅重大项目 (编号: 021102533, 2004C12015, 2006C12032).

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

内筛选和利用植物内生菌开发农用抗生素的研究起步较晚,但发展很快,并已从桃儿七 *Sinopodophyllum hexandrum*、兰科 (*Orchilaceae*) 植物以及黄花蒿 *Artemisia annua* L 等植物中成功筛选到了多株能产生不同农用抗生素的内生真菌<sup>[3~6]</sup>。本实验室于 2005 年从传统药用植物 枸骨 *Llex comuta* Lindl 中分离到一株内生真菌 哈茨木霉 *Trichoderma harzianum*, 经研究发现,该菌的代谢产物不仅在室内对多个农作物病原菌表现出了显著的抑制活性,而且对田间黄瓜立枯病等病害的控制效果也相当突出,具有较大的研究价值。本文报道该内生真菌发酵代谢产物中活性成分的分、鉴定以及生物活性测定的结果。

## 1 材料与方 法

### 1.1 仪器与试剂

Bruker AM-400 核磁共振仪 (以 CDC<sub>13</sub> 为溶剂, TMS 为内标); Agilent 6890N/5973 气-质联用仪; 岛津 FTIR-8400S 红外光谱仪 (液膜法); BSZ-100 部分收集仪 (上海沪西分析仪器厂)。硅胶 (200~300 目, 青岛海洋化工厂)、ODS 反相硅胶 (75~100  $\mu\text{m}$ , 美国 YMC), GF 254 硅胶板 (青岛海洋化工厂), Milli-QG 超纯水; 其余试剂均为分析纯。50% 扑海因可湿性粉剂 (拜尔中国有限公司), 95% 嘧霉灵 (北京北农绿享科技发展有限公司)。

### 1.2 枸骨的采集、鉴定及枸骨内生真菌的分离、纯化和鉴定

枸骨于 2005 年 9 月采自浙江天目山, 由安徽大学王开金博士鉴定, 样品采集号为 05091L。采集枸骨全株, 去净泥土后放入保鲜袋内, 当天在实验室内进行各部分内生真菌的分离。

枸骨根、茎和叶中内生真菌的分离、纯化及培养条件同文献 [7]。

活性菌由中国科学院微生物研究所鉴定为哈茨木霉菌 *Trichoderma harzianum*。

### 1.3 供试病原菌和植物

蕃茄早疫病菌 *Alternaria solani*、黄瓜立枯丝核菌 *Rhizoctonia solani* 由浙江省农业科学院植物保护与微生物研究所分离、纯化并保存, 由浙江省农业科学院夏湛恩研究员鉴定。

供试植物为蕃茄和黄瓜果实。

## 1.4 抑菌活性测定方法

1.4.1 对离体病原菌的抑菌活性测定 采用生长速率之含毒介质法<sup>[8]</sup>, 测定提取物对两种病原菌菌丝生长的抑制活性。每处理重复 5 次, 设空白和药剂对照, 在 28℃ 下培养。以提取物不同质量浓度的对数值为 X, 以抑制率机率值为 Y, 求毒力回归方程, 计算抑制菌丝生长的 EC<sub>50</sub> 值。

1.4.2 活体组织测定 采摘健康新鲜、形状和大小均一的蕃茄和黄瓜果实 (带蒂), 表面用 75% 的酒精擦拭消毒, 晾干, 待用。提取物对两种植物病害保护作用和治疗作用测定参考刘霞等方法进行<sup>[9]</sup>, 分别设定空白和药剂对照, 计算相对防效。

## 1.5 活性内生真菌的发酵

采用液体发酵法。在 250 mL 三角瓶中装量 50 mL 液体发酵培养基, 培养温度 28℃、摇床转速 200 r/min 培养发酵 5 d。发酵液在 5 000 r/min 下离心 10 min, 取上清液用于活性物质提取试验。

## 1.6 发酵液中活性物质的提取、分离、纯化及鉴定

取 2 000 mL 发酵液放入具塞三角瓶, 加入 200 mL 溶剂, 振荡下萃取 15 min, 静置 1 h 后分出有机相, 重复萃取 3 次。合并有机层, 经无水硫酸钠干燥后, 在旋转蒸发仪上减压浓缩至干 (25.3 g)。浓缩浸膏 (10.0 g) 用少量三氯甲烷溶解后经硅胶柱 (25 mm × 650 mm) 分离, 三氯甲烷-甲醇梯度洗脱, 用部分收集仪自动分管收样, 每管 15 mL, 逐管进行 TLC 检测 (硫酸/乙醇显色), 得到 8 个相似组份, 减压浓缩各组份并测定抑菌活性, 确定高活性组份 (第 8 组份, 98-119 管, 2.01 g) 再用少量甲醇溶解组份 8 (1.0 g) 后, 经 ODS 反相柱 (15 × 550 mm) 反复分离, 用甲醇-水梯度洗脱, TLC 跟踪检测得到 5 个组份 (1': 107 mg, 2': 190 mg, 3': 220 mg, 4': 23 mg 和 5': 44 mg), 分别测定活性, 并经 GC 检测, 确定 3' 为目标化合物。采用 NMR 气质联用仪及 IR 对其结构进行鉴定。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同溶剂的萃取效果

结果 (表 1) 表明, 4 种不同溶剂对活性成分的萃取效果差异显著, 其中乙酸乙酯萃取物对两种病原菌的抑制率与原始发酵液接近, 其他 3 种溶剂的萃取液抑菌效果均显著低于原始发酵液。实

实验还发现经乙酸乙酯萃取后的剩余发酵液对该菌已无抑制活性(表中未列出), 可认为活性成分已

被完全萃取; 因此, 认为乙酸乙酯是较为理想的萃取溶剂。

表 1 发酵液不同溶剂萃取液对两种病原菌的抑制效果对比 ( $n = 5$ )

Table 1 The inhibitory effect of the different extracts from the fermentation liquor ( $n = 5$ )

组份 Component	平均抑制率 Average inhibitory rate (24 h %)	
	蕃茄早疫病菌 A. solani	黄瓜立枯丝核菌 R. solani
发酵液 Initial fermentation liquor	89.6 a	97.3 a
乙酸乙酯萃取液 Ethyl acetate extract	90.2 a	96.7 a
氯仿萃取液 Chloroform extract	81.4 b	82.8 b
石油醚萃取液 Petroleum ether extract	79.3 b	78.9 c
正丁醇萃取液 n-Butanol extract	55.3 c	49.2 d

注: 1) 每一萃取组均在挥发完有机溶剂并用水稀释至初始浓度后测定其效果; 2) 同列中不同字母均表示不同行之间的差异性比较结果 (5%, DMPT), 下同。

Note: 1) Each extraction was determined after being concentrated and diluted to initial concentration by water. 2) Means followed by the same letter in each column are not significantly different at the 5% level (DMPT). The same as below.

## 2.2 活性物质的结构解析

哈茨木霉菌发酵液经乙酸乙酯萃取、多种色谱方法分离后得到了一个高活性化合物, 该化合物常温下为无色液体。GC-MS测定其分子离子峰  $M (m/z)$  为: 292(丰度: 65%), 其他碎片离子 ( $m/z$ ) 有: 277(丰度: 100%), 217, 189, 173, 149, 135, 121 和 107等, 结合  $^1H$  NMR,  $^{13}C$  NMR 以及 DEPT 测定, 确定其分子式为  $C_{17}H_{24}O_4$ 。在  $2900\text{ cm}^{-1}$  左右 ( $C-H$ ,  $-CH_2-$ ),  $1732 (C=O)$ ,  $1374 (-CH_3, CH_3-CO-O-)$ ,  $1243$  (环  $C-C$ ) 和  $1080\text{ cm}^{-1} (C-O)$  有强红外吸收。  $^1H$  NMR (400 MHz,  $CDCl_3$ ),  $\delta$  5.57 (dd, 1H, H-4), 5.40 (br d, 1H, H-10), 3.81 (d, 1H, H-2), 3.60 (br d, 1H, H-11), 3.11 (d, 1H, H-13), 2.82 (d, 1H, H-13'), 2.50 (dd, 1H, H-3), 2.07 (s, 3H, H-18), 2.01 ~ 1.95 (m, 3H, H-8, H-8', H-7), 1.90 (dd, 1H, H-3'), 1.71 (br s, 3H, H-16), 1.42 (br d, 1H, H-7'), 0.93 (s, 3H, H-15), 0.72 (s, 3H, H-14)。  $^{13}C$  NMR (100 MHz,  $CDCl_3$ ),  $\delta$  170.6 (C-17), 139.9 (C-9), 118.4 (C-10), 78.8 (C-2), 74.8 (C-4), 70.2 (C-11), 65.3 (C-12), 48.7 (C-5), 47.6 (C-13), 40.1 (C-6), 36.4 (C-3), 27.7 (C-8), 24.2 (C-7), 23.0 (C-16), 20.9 (C-18), 15.7 (C-15), 5.6 (C-14)。

结合  $^1H-^1H$  COSY 和  $^1H-^{13}C$  HMBIC 分析得出, 该化合物化学结构式如图 1 所示。经检索, 该物质属于单端孢霉烯类化合物 (Trichothecenes), 英

文名称为: trichodem in, 化学名称:  $4\beta$ -乙酰基-12, 13-环氧-9-单端孢霉烯, 作者得到的光谱数据与文献 [10] 一致。

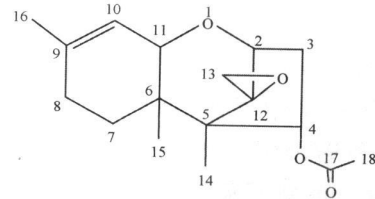


图 1 构骨内生哈茨木霉菌抗菌活性代谢物的化学结构  
Fig 1 Chemical structure of active metabolite of *Trichoderma harzianum* from *Llex comuta* Lindl.

## 2.3 Trichodem in 对蕃茄早疫病菌和黄瓜立枯丝核菌的抑制效果

Trichodem in 对两种病原菌菌丝生长的抑制作用见表 2。随着处理浓度的升高, 该化合物对两种病原菌的抑制作用逐渐增强,  $EC_{50}$  分别为  $3.35$  和  $3.59\text{ mg/L}$ , 在浓度为  $20\text{ mg/L}$  时抑制率分别达到  $99.2\%$  和  $98.9\%$ , 且继续培养至  $10\text{ d}$  后两种病原菌仍无法生长。相同浓度 ( $5\text{ mg/L}$ ) 处理下, trichodem in 对蕃茄早疫病菌的抑制活性低于扑海因, 但对黄瓜立枯丝核菌的抑制活性显著高于咪霉灵。

表 2 *Trichodem in*对蕃茄早疫病菌和黄瓜立枯丝核菌的离体抑制活性Table 2 The inhibitory activities of trichodem in against *A. solani* and *R. solani*

供试菌株 Pathogenic fungi	处理 Treatment	处理浓度/(mg/L) Treated concentration	平均抑制率(%) Inhibitory percentage(24 h)	毒力回归线 Toxicity regression equation	EC <sub>50</sub> /(mg/L)
蕃茄早疫病菌 <i>A. solani</i>	<i>Trichodem in</i>	20	99.2 a	$Y = 4.14 + 1.63X$ $r = 0.9801^{**}$	3.35
		10	75.1 b		
		5	55.1 c		
		2	38.6 d		
		1	21.3 e		
	扑海因 <i>iodione</i>	5	64.1 c	-	-
黄瓜立枯丝核菌 <i>R. solani</i>	<i>Trichodem in</i>	20	98.8 a	$Y = 4.12 + 1.59X$ $r = 0.9641^{**}$	3.59
		10	76.3 b		
		5	48.9 c		
		2	34.2 d		
		1	25.6 e		
	噁霉灵 <i>Hymexazol</i>	5	29.4 e	-	-

## 2.4 *Trichodem in*对蕃茄早疫病和黄瓜立枯病的治疗和保护作用

活体试验表明, *trichodem in*对蕃茄早疫病和黄瓜立枯病均有明显的治疗和保护作用(表 3)。在浓度为 100 mg/L 时,对蕃茄早疫病及黄瓜立枯病的保护效果达 97.8% 和 98.1%, 而治疗效果也达 96.7% 和 97.3%。在相同浓度(50 mg/L)处理下, *trichodem in*对蕃茄早疫病的保护和治疗效果均低于扑海因,但差异不显著;而对黄瓜立枯病的保护和治疗效果均显著高于噁霉灵。

## 3 讨论

从植物中筛选内生菌是目前获得新微生物菌株的一个重要途径。笔者从浙江枸骨的茎、叶和根中分离得到了 30 余种内生真菌,包括本文所报道的可产生 *trichodem in*的哈茨木霉菌,显示出了丰富的蕴藏量。哈茨木霉是一种研究和应用较为广泛的生防菌,对立枯病等多种作物病害具有良好防效。哈茨木霉的抑菌作用主要是通过生存竞争、产生溶菌酶以及抑菌代谢物等途径实现的<sup>[11]</sup>,目前已从该菌代谢物中分离得到了近几十种活性物质,主要有二萜类、丁烯醇、呋喃类、吡喃酮以及一些单端孢霉烯化合物(如 *harzianum A*)等<sup>[12]</sup>。虽然有些研究把哈茨木霉菌活菌制剂直接命名成“*trichodem in*”<sup>[13]</sup>,但至今并没有在已研究过

的多个哈茨木霉菌的代谢物中分离或检测到 *trichodem in*<sup>[14-16]</sup>。本研究从枸骨内生哈茨木霉菌的代谢产物中分离得到了 *trichodem in*, 这在该菌代谢产物研究中尚属首次。

有文献报道, *trichodem in*对黄瓜黑星病菌 *Cladosporium cucumerium*、黄瓜立枯丝核菌、花生炭腐病菌 *R. bataticola* 和葡枝根霉菌 *Rhizopus stolonifer* 等多种病原菌的孢子萌发均具有抑菌活性<sup>[17-18]</sup>。本研究结果表明,该化合物对黄瓜立枯丝核菌、蕃茄早疫病菌离体病原菌菌丝生长具有显著的抑制活性,同时对两种病害也有良好的保护和治疗效果。可见, *trichodem in*作为农用抗菌素具有高效性和广谱性的特点。虽然在 *Trichodema viride*, *T. reesei*, *T. sporulosum* 等多种木霉菌剂中早已分离到了 *trichodem in*<sup>[19-20]</sup>,但对于该化合物作为农用抗生素的研究和应用却进展缓慢。究其原因可能有两点:其一,作为以生存竞争和产生溶菌酶为主要作用机理的生防菌剂,木霉菌剂中活性代谢物的研究一直都没有引起足够的重视,包括从哈茨木霉菌中分离到的另一具高抑菌活性单端孢霉烯化合物 *harzianum A*,至今也没有展开深入研究与开发;其二,由于 *trichodem in*具有明显的抗癌和抗免疫效果,具有巨大的医用潜力<sup>[21]</sup>,因此,迄今为止大多研究均集中在医学领域。然而,作为一种高活性天然抗生素,无论作为农用杀菌剂,或者作为创制新农产

表 3 Trichodem in对蕃茄早疫病和黄瓜立枯病的保护和治疗效果

Table 3 The efficacy of trichodem in against *A. solani* and *R. solani*

供试病菌 Pathogenic fungi	处理 Treatment	处理浓度 / (mg/L) Treated concentration	保护作用 Protective effect		治疗作用 Therapeutic effect	
			菌落直径 / mm, 3 d Diameter of colony	相对防效 (%) Relative efficacy	菌落直径 / mm, 3 d Diameter of colony	相对防效 (%) Relative efficacy
蕃茄早疫病菌 <i>A. solani</i>	Trichodem in	100	1.0	97.8 a	1.4	96.7 a
		50	4.6	89.4 b	4.3	90.1 a
		20	13.7	68.6 c	10.9	75.2 b
		10	19.7	54.9 d	16.7	61.9 c
	扑海因 Iprodione	50	4.1	90.6 b	3.8	91.3 a
	水 Water	-	43.6	-	43.9	-
黄瓜立枯丝核菌 <i>R. solani</i>	Trichodem in	100	0.8	98.1 a	1.1	97.3 a
		50	5.7	85.7 b	4.7	88.3 b
		20	12.2	69.3 c	10.7	73.2 c
		10	19.9	50.0 d	17.2	57.1 d
	恶霉灵 Hexazole	50	20.3	49.0 d	17.6	56.0 d
		水 Water	CK	39.8	-	40.0

品的先导化合物, trichodem in仍具有较大的研究和应用价值。当然,在相关产品的研发过程中,仍有许多研究有待进一步深入,如原始菌株改造、发酵工艺、构效关系、田间效果及其安全性等。

致谢:衷心感谢安徽大学王开金博士和浙江省农业科学院夏湛恩研究员帮助鉴定构骨和供试病原菌,感谢杭州师范大学中心实验室帮助进行化合物核磁测定。

## 参考文献:

- [1] ZOU Wen-xin (邹文欣), TAN Ren-xiang (谭仁祥). 植物内生菌研究新进展 [J]. *Acta Botanica Sinica* (植物学报), 2001, 43(9): 881-892
- [2] YU Xiao-ping (俞晓平), CHEN Lie-zhong (陈列忠), SHENTU Xu-ping (申屠旭萍). 植物内生真菌及其代谢物在生物农药创制中的应用 [J]. *Acta Agriculturae Zhejiangensis* (浙江农业学报), 2006, 18(5): 289-293
- [3] LI Hai-yan (李海燕), WANG Zhi-jun (王志军), ZHANG Ling-q (张玲琪), et al. 一种桃儿七内生真菌的分离初报 [J]. *J Yunnan University* (云南大学学报), 1999, 21(3): 243.
- [4] ZHANG Ji-hui (张集慧), WANG Chun-lan (王春兰), GUO Shun-xing (郭顺星), et al. 兰科药用植物的 5 种内生真菌产生的植物激素 [J]. *Acta Academiae Medicinae Sinicae* (中国医学科学院学报), 1999, (12): 460-465
- [5] JI Li-lian (纪丽莲), ZHANG Qiang-hua (张强华), CUIGui-you (崔桂友). 芦竹内生真菌 F0238 对植物病原菌的拮抗作用 [J]. *Microbiol* (微生物学通报), 2004, 31(2): 82-86
- [6] LIU CH, ZOU WX, LU H, et al. Antifungal activity of *Artemisia annua* endophyte cultures against phytopathogenic fungi [J]. *J Biotechnol*, 2001, 88: 277-282
- [7] SHENTU Xu-ping (申屠旭萍), CHEN Xiao-Feng (陈肖峰), YU Xiao-ping (俞晓平). 雷公藤内生真菌的分离及活性菌株的筛选 [J]. *Acta Agriculturae Zhejiangensis* (浙江农业学报), 2006, 18(5): 308-312
- [8] FANG Zhong-da (方中达). *Research Method of Plant Pathology* (植病研究方法) [M]. Beijing (北京): Chinese Agricultural Press (中国农业出版社), 1998: 248-249.
- [9] LIU Xia (刘霞), LI Qian (李骞), XU Xian (许贤). 昆虫病原线虫共生菌 YL001 细胞内代谢产物抑菌作用研究初报 [J]. *Chin J Pestic Sci* (农药学报), 2006, 8(1): 95-98.
- [10] GODTFREDSEN W O, VANGEDAL S. Trichodem in a new sesquiterpene antibiotic [J]. *Acta Chem Scand*, 1965, 19: 1088-1102
- [11] CHEN Fang-xin (陈方新), QI Yong-xia (齐永霞), DAIQing-huai (戴庆怀), et al. 哈茨木霉对几种植物病原菌的拮抗作用及其抗药性测定 [J]. *Chin Agri Sci Bull* (中国农学通报), 2005, 21(11): 314-317.
- [12] CORLEY D G, MILLER-WIDEMAN M, DURLEY R C. Isolation and Structure of Harzianum A: A New Trichothecene from *Trichoderma harzianum* [J]. *J Nat Prod*, 1994, 57(3): 422-425.
- [13] APSITE A, VESTURSU, STENBERGA V, et al. Morphology and Antifungal Action of the Genus *Trichoderma* Cultivated in Geometrically Dissimilar Bioreactors [J]. *World J Microbiol*, 1998, 14: 23-29.

- [14] THRANE U, POULSEN S B, NRENBORG H I et al. Identification of Trichodema Strains by Image Analysis of HPLC Chromatograms [J]. FEMS Microbiol Lett, 2001, 203: 249-255
- [15] NIELSEN K F, THRANE U. Fast Methods for Screening of Trichothecenes in Fungal Cultures Using Gas Chromatography Tandem Mass Spectrometry [J]. J Chromatogr A, 2001, 929: 75-87
- [16] NIELSEN K F, SMEDSGAARD F. Fungal Metabolite Screening Database of 474 Mycotoxins and Fungal Metabolites for Dereplication by Standardised Liquid Chromatography-UV-Mass Spectrometry Methodology [J]. J Chromatogr A, 2003, 1002: 111-136
- [17] WEICM, HANSEN B S, VAUGHAN M H, et al. Mechanism of Action of the Mycotoxin Trichodema 12-13-Epoxytrichothecene [J]. Proc Nat Acad Sci USA, 1974, 71(3): 713-717
- [18] WATTS R, DAHYA J, CHAUDHARY K, et al. Isolation and Characterization of a New Antifungal Metabolite of Trichodema reesei [J]. Plant Soil, 1998, 107: 81-84
- [19] HAGGAG W M, MOHAMED H A A. Enhancement of Antifungal Metabolites Production from Gamma-ray Induced Mutants of Some Trichodema Species for Control of Onion White Rot Disease [J]. Plant Pathol Bull, 2002, 11: 45-56
- [20] CUTLER H G, COLE P D, ARRENDALE R F, et al. Dendrostilbelin (85-25), a New Source of Trichodema [J]. Agric Biol Chem, 1986, 50(10): 2667-2668
- [21] BARBACID M, VAZQUEZ D. Binding of [Acetyl-<sup>14</sup>C] Trichodema to the Peptidyl Transferase Centre of Eukaryotic Ribosomes [J]. Eur J Biochem, 1974, (44): 437-444

(Ed. JIN SH)

· 会议纪要 ·

## “第七届全国农药创制学术交流会” 在杭州召开

由中化化工科技总院主办的“第七届全国农药创制学术交流会”于5月14~17日在杭州成功召开,来自科研院所、高校、机关团体以及农药生产企业共77家单位的200余名科技工作者参加了会议,科技部高新技术发展及产业化司张新民处长,中国科学院沈寅初院士、李正名院士等领导及专家出席会议并作了重要报告。与会代表就新农创制中各个环节的研发状况、近年来的重要进展及未来发展方向等问题进行了广泛的交流,其中几个重要进展体现在以下几方面:

农药生产企业参与新产品创制的比重越来越大。我国农药企业已充分意识到拥有独特专利产品的重要性,并积极参与到了新农创制工作中。本次参会的农药企业即首次超过了半数,论文提交数量也有显著增长。

共性高新技术已成功应用到新农创制过程中,并取得了丰硕成果。如上海交通大学运用基因工程技术定向表达构建高产工程菌株,提高了抗生素的产量,并提高了生物活性;沈阳化工研究

院通过X单晶衍射确认了新型环丙基脲醚类化合物的多手性结构,分别开展了不同手性化合物的生物活性和作物安全性研究,为开发高效、低毒、环境相容性好的新农提供了依据。

创制农药的安全性评价、助剂开发以及工艺改造等受到了广泛重视。农药创制已不仅仅局限于新化合物的设计、合成和生物活性测定,在新农品种的安全性评价日益受到重视的同时,与之相关的新助剂与新剂型的开发、生产工艺的改进等应用技术研究也成为了本次会议交流的热点。

大会报告还指出,随着环保和食品安全等问题日益受到重视,针对发达国家对农药产品不断实施的一系列限制性措施,我国农药原药及剂型的科技创新工作应及时调整应对策略。充分利用当前先进的科技手段,致力于开发具有自主知识产权的农药新品种及环境友好型新制剂,进行节能、降耗、减排的工艺改进将是今后农药技术创新的重要组成部分。

(赵旭明,黄文耀,李钟华供稿)