

文章编号 :1000 - 2642(2005)03 - 0297 - 04

美洲商陆和姜黄提取物抑菌活性的研究^①

杨 帮,丁 伟,赵志模,梁志敏

(西南农业大学 植物保护学院,重庆 400716)

摘要 采用生长速率法测定了美洲商陆 *Phytolacca americana* Roxb、姜黄 *Curcuma longa* 2 种中药植物多种溶剂提取物对玉米小斑病菌 *Helminthosporium maydis*、棉花枯萎病菌 *Fusarium oxysporium*、柑橘绿霉病菌 *Penicillium digitatum* 和小麦纹枯病菌 *Rhizotonia cerealis* 4 种植物病原真菌的生物活性。结果表明,姜黄提取物对玉米小斑和小麦纹枯 2 种病原菌有较好的抑制作用,其中乙醚提取物对玉米小斑病菌抑制效果最好,其 EC_{50} 为 0.4688 g/L,石油醚提取物对小麦纹枯病菌抑制效果最好,其 EC_{50} 为 0.034 g/L。美洲商陆甲醇提取物对柑橘绿霉和小麦纹枯 2 种病原菌有较强的抑制作用,尤其是根、叶、果 3 部分的提取物。从甲醇提取物中分离得到美洲商陆总皂甙,生测结果表明美洲商陆总皂甙对柑橘绿霉病菌有很强的抑制作用,其 EC_{50} 为 0.2032 g/L。

关键词 植物源杀菌剂 美洲商陆 姜黄 抑菌作用

中图分类号 S 482.2⁺92

文献标识码 :A

ANTIFUNGAL ACTIVITIES OF THE EXTRACTS FROM *PHYTOLACCA AMERICANA* AND *CURCUMA LONGA*

YANG Bang , DING Wei , ZHAO Zhi - mo , LIANG Zhi - min

(College of Plant Protection , Southwest Agricultural University , Chongqing 400716 , China)

Abstract The fungistasis of two Chinese traditional medicinal plants , *Phytolacca americana* Roxb and *Curcuma longa* , were tested with the isolate hyphae of 4 fungi , *Helminthosporium maydis* , *Fusarium oxysporium* , *Penicillium digitatum* and *Rhizotonia cerealis* . The fungistasis of the extracts *C. longa* on *H. maydis* and *R. Cerealis* were good. The ether extract of *C. longa* had the strongest fungistasis on *H. maydis* , its EC_{50} being 0.4688 g/L , and the petroleum ether extract of *C. longa* had the strongest funfiatasis on *R. cerealis* , its EC_{50} being 0.034 g/L. The methyl alcohol extract of *P. americana* Roxb had the strongest fungistasis on *P. digitatum* and *R. cerealis* , especially from the roots , the leaves and the fruit. Saponins of *P. amaricana* were the main active components in the methyl alcohol extracts. The fungistasis of *P. americana* on *P. diitatum* was strong , the EC_{50} being 0.2032 g/L.

Key words : botanical fungicide ; *Phytolacca americana* Roxb ; *Curcuma longa* ; fungistasis

从植物中寻找抑菌、杀菌活性物质是开发研制无公害新型农药的热点之一。Wilkins 和 Board 报道有 1 389 种植物有可能作为杀菌剂,其中包含了许多不同类型的化合物^[1]。已开发的许多值得注意的抗菌药剂均是来自植物的天然次生代谢物质。我国有丰富的中药植物资源,筛选对农作物主要病原菌有抑制

作用的中药植物,发现新的有一定作用特点的先导化合物,对于进一步研究植物源杀菌剂,开发和利用宝贵的中药植物资源,有十分重要的意义。我国在这一领域的研究已经取得了很大的进展,如浙江省博杰科技有限公司专利产品“植保 101”、“植保 102”、“植保 103”是以白芷、泽兰、苦参等 20 多味中草药生产的杀

① 收稿日期 2005 - 02 - 09

基金项目 重庆市科技攻关(2001 - 6599)和西南农业大学博士后基金资助项目

万方数据

作者简介 杨 帮(1980 -)男 四川乐山人 西南农业大学硕士研究生 从事植物源农药研究。

虫剂和杀菌剂,对植物因真菌引起的腐烂、根腐、锈病、黑星病等有很好的防治效果^[2]。东北农业大学研制的LS-1中草药水剂由猪胆汁、紫皮大蒜、苦参等10余种中药组成,该药剂对鞭毛菌亚门真菌效果明显,并且可以替代生产上常用的化学农药^[3]。孟昭礼等发现,在银杏外种皮中有高抑菌活性物质,并开发出了具有自主知识产权的“银果”和“银泰”仿生杀菌剂^[4]。

商陆属植物 其中主要是中国商陆和美洲商陆2种)和姜黄为2种重要的传统中药植物,近十几年来国内外医药界对其进行了大量的研究,证明其提取物具有抗菌消炎、抑制肿瘤等作用,并分离出了商陆皂甙类化合物、商陆多糖、商陆抗病毒、真菌蛋白、姜黄素和姜黄酮等一些有效成分^[5-6],但关于这2种植物提取物在农用杀菌剂方面的研究报道很少。本项研究在进行大量初步筛选的基础上,选用姜黄、美洲商陆2种中药植物,采用生长速率法对4种主要的农业植物病原真菌进行系统的生物测定,以进一步明确这2种植物的抑菌活性成分在植物不同部位和不同极性溶剂中的分布情况,为筛选有抑菌杀菌活性的植物和综合开发利用这2种中药植物提供理论依据,并为研制高效低毒的新型植物源杀菌剂提供线索。

1 材料与方法

1.1 供试样品

1.1.1 植物样品及处理

姜黄(*Curcuma longa*):姜科姜黄属,块根,由重庆市中药材研究所提供。于干燥箱中60℃烘干,粉碎后密封保存备用。

美洲商陆(*Phytolacca americana* Roxb.):商陆科商陆属美洲商陆,全株,由重庆市中药材研究所提供。样品采回后将根、茎、叶、果分开,于干燥箱中60℃烘干,粉碎后密封保存备用。

1.1.2 植物提取物样品的制备 选用极性不同的溶剂(石油醚、苯、乙醚、甲醇、水)组成一个溶剂系列,采用浸渍法对样品进行提取。提取操作上采用2种不同方法,一是溶剂系列的分别提取(平行提取),即将各样品分成5份,分别以上述5种试剂提取。二是溶剂系列的分步提取(顺序提取),即用该系列溶剂对同一份样品依顺序进行提取,先经石油醚提取,其渣继以苯提取,以此类推。所得各提取液减压干燥得提取物备用。

美洲商陆总皂甙的提取参考易杨华^[7],李桂

玲^[8]的提取方法。美洲商陆干粉用甲醇回流提取6h,提取液减压浓缩得红褐色浸膏,然后分别用石油醚、乙醚对浸膏进行回流脱脂,得浅褐色浸膏,将其溶于温水,再用水饱和的正丁醇反复萃取,正丁醇部分减压浓缩即得黄褐色粗总皂甙。

1.1.3 供试菌种 玉米小斑病菌 *Helminthosporium maydis*、棉花枯萎病菌 *Fusarium oxysporium*、柑橘绿霉病菌 *Penicillium digitatum*、小麦纹枯病菌 *Rhizotonia cerealis* 均由西南农业大学植保学院植物病理实验室提供。

1.2 实验方法

对供试真菌菌丝生长抑制作用的测定,参照慕立义等^[9]的生长速率法。

按以下公式计算抑制率:

菌落直径(Φ /cm) = 2次测量直径平均数 - 0.4

抑制生长百分率/%

$$= \frac{\text{对照生长直径} - \text{处理生长直径}}{\text{对照生长直径}} \times 100$$

2 结果与分析

2.1 美洲商陆提取物的抑菌活性研究

2.1.1 不同溶剂顺序提取物对4种植物病原菌的抑制效果 美洲商陆不同部位的不同溶剂顺序提取物,在10 g/L浓度下对玉米小斑病菌、柑橘绿霉病菌、棉花枯萎病菌和小麦纹枯病菌的抑菌效果见表1。

从表1看出,对玉米小斑病菌来说,美洲商陆的叶和果2部分的甲醇提取物表现出较强的抑制作用。其抑制率分别为50.27%和54.27%。对柑橘绿霉病菌,美洲商陆不同部位、不同溶剂提取物的抑菌效果中,根、茎、叶、果的甲醇提取物的抑制作用都比较好,其中,果、叶和根的甲醇提取物抑菌作用最好,抑制率达100%,而茎部分的抑制率仅为79.21%。而美洲商陆叶的乙醚提取物的抑制率也达100%。对棉花枯萎病菌,在较低浓度范围内,美洲商陆各部分的各种提取物对菌丝的抑制效果都不太好。比较而言,叶的乙醚提取物和果的苯提取物有一定抑菌效果。对小麦纹枯病的抑制效果,美洲商陆各部分的甲醇提取物最好,除了美洲商陆茎部分的抑制率为80.09%外,其余的抑制率均达100%,另外美洲商陆叶的乙醚提取物也有一定的抑制效果,抑制率分别为57.33%。

2.1.2 美洲商陆总皂甙的抑菌作用研究 进一步研究表明,甲醇顺序提取物的主要成分是美洲商陆皂甙类化合物,在实验室内经过甲醇提取和分离纯化,可

以得到美洲商陆总皂甙 ,美洲商陆总皂甙对 4 种病原菌的抑菌效果 结果见表 2。

从表 2 看出 ,美洲商陆总皂甙在 10 g/L 浓度下 ,对柑橘绿霉病和小麦纹枯病 2 种病原菌有明显的抑制效果 ,抑制率均达 100%。但对棉花枯萎病菌和玉米小斑病的抑菌效果不明显。

表 1 商陆不同溶剂顺序提取物对 4 种病原菌的抑制作用

Table 1 Inhibition of different solvent extracts from *Phytolacca americana* Roxb on hypha growth of 4 fungi (conc. 10 g/L)

病原菌 Fungi	溶 剂 Solvent	抑制率 Inhibition rate % (Mean ± SE)			
		茎 Stem	叶 Leaf	根 Root	果 Fruit
玉米小斑病菌 <i>H. maydis</i>	石油醚 Petroleum ether	- 3. 25 ± 1. 26 a	- 7. 28 ± 2. 40 b	12. 31 ± 1. 54 b	27. 13 ± 14. 89 b
	苯 Benzene	1. 83 ± 12. 99 a	7. 19 ± 4. 80 b	- 16. 26 ± 2. 06 b	- 6. 91 ± 2. 73 c
	无水乙醚 Ethyl ether	- 86. 17 ± 13. 75 b	9. 09 ± 12. 62 b	- 65. 11 ± 5. 34 c	- 13. 83 ± 4. 69 c
	甲 醇 Methyl alcohol	29. 08 ± 3. 96 a	50. 27 ± 5. 86 a	46. 96 ± 4. 10 a	54. 27 ± 4. 49 a
柑橘绿霉病菌 <i>P. digitatum</i>	石油醚 Petroleum ether	- 2. 78 ± 2. 12 c	- 2. 60 ± 2. 40 c	- 13. 27 ± 2. 36 c	- 13. 11 ± 8. 59 b
	苯 Benzene	6. 38 ± 2. 32 b c	33. 22 ± 4. 90 b	- 11. 58 ± 4. 40 c	- 8. 01 ± 10. 25 b
	无水乙醚 Ethyl ether	15. 73 ± 5. 14 b	100 ± 0 a	36. 57 ± 5. 62 b	0 ± 0 b
	甲醇 Methyl alcohol	79. 21 ± 3. 02 a	100 ± 0 a	100 ± 0 a	100 ± 0 a
棉花枯萎病菌 <i>F. oxysporium</i>	石油醚 Petroleum ether	2. 13 ± 1. 54 b	4. 91 ± 3. 85 c	9. 35 ± 1. 76 b	- 2. 87 ± 1. 44 b
	苯 Benzene	4. 72 ± 1. 68 b	3. 27 ± 2. 01 c	25. 34 ± 9. 20 a	39. 60 ± 11. 51 a
	无水乙醚 Ethyl ether	20. 49 ± 1. 24 a	40. 95 ± 6. 09 a	3. 16 ± 4. 88 b	21. 30 ± 5. 71 a
	甲醇 Methyl alcohol	21. 58 ± 1. 22 a	22. 46 ± 3. 05 b	5. 84 ± 1. 60 b	26. 53 ± 1. 88 a
小麦纹枯病菌 <i>R. cerealis</i>	石油醚 Petroleum ether	5. 54 ± 3. 27 c	9. 78 ± 15. 98 c	6. 29 ± 3. 85 c	- 53. 46 ± 12. 86 c
	苯 Benzene	2. 67 ± 1. 56 c	6. 46 ± 3. 43 c	0. 01 ± 7. 20 c	- 1. 73 ± 1. 15 b
	无水乙醚 Ethyl ether	44. 42 ± 3. 82 b	57. 33 ± 3. 54 b	23. 07 ± 5. 89 b	- 8. 14 ± 10. 85 b
	甲醇 Methyl alcohol	80. 09 ± 4. 40 a	100 ± 0 a	100 ± 0 a	100 ± 0 a

注 :不同字母表示在 0. 05 水平上存在显著差异 ,相同字母无显著差异 ,下同。

Note : Values within the same column followed by same letter are not significantly difference at $P_{0.05}$ level. The same as in the following tables.

表 2 商陆总皂甙对 4 种病原菌的抑制作用

Table 2 Inhibition of total saponins of *Phytolacca americana* Roxb on hypha growth of 4 fungi (conc. 10 g/L)

病原菌 Fungi	玉米小斑病菌 <i>H. maydis</i>	柑橘绿霉病菌 <i>P. digitatum</i>	棉花枯萎病菌 <i>F. oxysporium</i>	小麦纹枯病菌 <i>R. cerealis</i>
抑制率/% Inhibition rate (Mean ± SE)	23. 78 ± 8. 80 b	100. 00 ± 0. 00 a	12. 00 ± 0. 85 b	100. 00 ± 0. 00 a

2. 1. 3 美洲商陆总皂甙的抑菌剂量研究 美洲商陆总皂甙有明显的抑菌作用 ,为了进一步研究其效果 ,本项对美洲商陆的总皂甙进行系统测定 ,以便从剂量上深入比较美洲商陆总皂甙对不同病原菌的抑菌效果 ,并确定具体的抑菌剂量 ,主要的测定结果见表 3。

表 3 商陆总皂甙对 2 种病原菌抑制效果

Table 3 Inhibition of total saponins of *Phytolacca americana* Roxb on hypha growth of 2 fungi

病原菌 Fungi	毒力回归方程 Toxicity regression equation	相关系数 /r	EC ₅₀ ± SE /g · L ⁻¹
柑橘绿霉病菌 <i>P. digitatum</i>	Y=1. 9693 + 1. 3132 x	0. 9774	0. 2032 ± 0. 0209
小麦纹枯病菌 <i>R. cerealis</i>	Y=1. 1993 + 1. 1303 x	0. 9677	0. 6663 ± 0. 0050

从表 3 看出 ,美洲商陆总皂甙对柑橘绿霉病菌的抑菌效果要比对小麦纹枯病菌好 ,其对柑橘绿霉病菌的 EC₅₀ 值仅为对小麦纹枯病菌的 EC₅₀ 值的 1/3。

2. 2 姜黄不同溶剂提取物的杀菌活性研究

顺序提取物的生物活性反映了姜黄活性物质极性所属范围。采用生长速率法分别测定了姜黄不同溶剂的顺序提取物在 10 g/L 浓度下对玉米小斑病菌、柑橘绿霉病菌、棉花枯萎病菌、小麦纹枯病菌的生物活性 ,结果见表 4。

从表 4 看出 ,姜黄的正己烷、苯、乙醚和甲醇的顺序提取物对 4 种病原菌均有较好的抑菌效果 ,特别是对玉米小斑病菌和小麦纹枯病菌的抑菌率最高可达 72% ~ 100% ,姜黄的甲醇提取物对柑橘绿霉病菌和

棉花枯萎病菌的抑菌率明显高于其他几种溶剂的提取物。

平行提取物的生物活性反映各种溶剂单独对姜黄活性物质的提取程度,从而为选择最佳的提取溶剂提供依据。姜黄不同溶剂的平行提取物对玉米小斑病菌和小麦纹枯病菌的效果,结果见表5。

表 4 姜黄的不同提取物对 4 种病原菌的抑制率

溶 剂 Solvent	抑制率/% Inhibition rate(Mean ± SE)			
	玉米小斑病菌 <i>H. maydis</i>	柑橘绿霉病菌 <i>P. digitatum</i>	棉花枯萎病菌 <i>F. oxysporium</i>	小麦纹枯病菌 <i>R. cerealis</i>
石油醚 Petroleum ether	63.57 ± 16.16 b	38.77 ± 4.55 b	47.87 ± 2.76 b	100 ± 0 a
苯 Benzene	72.76 ± 2.20 a	23.14 ± 2.83 b	35.46 ± 4.87 b	73.54 ± 2.37 b
无水乙醚 Ethyl ether	53.85 ± 3.95 b	30.89 ± 7.34 b	49.98 ± 0.43 b	100 ± 0 a
甲 醇 Methyl alcohol	62.30 ± 3.49 b	57.77 ± 5.46 a	63.99 ± 2.37 a	78.24 ± 1.54 b
水 Water	1.70 ± 9.28 c	27.79 ± 11.40 b	9.36 ± 3.18 c	13.94 ± 1.68 c

表 5 姜黄的不同溶剂的平行提取物对玉米小斑病菌和小麦纹枯病菌的抑制效果

病原菌 Fungi	溶 剂 Solvent	毒力回归方程 Toxicity regression equation	相关系数 /r	EC ₅₀ ± SE /g · L ⁻¹
玉米小斑病菌 <i>H. maydis</i>	石油醚 Petroleum ether	$Y = 3.1982 + 0.6143 x$	0.9812	0.8569 ± 0.0088
	苯 Benzene	$Y = 3.1217 + 0.6371 x$	0.9679	0.8776 ± 0.0086
	无水乙醚 Ethyl ether	$Y = 3.741 + 0.4714 x$	0.9896	0.4688 ± 0.0066
	甲 醇 Methyl alcohol	$Y = 2.9173 + 0.702 x$	0.9893	0.9269 ± 0.0096
小麦纹枯病菌 <i>R. cerealis</i>	石油醚 Petroleum ether	$Y = 4.0882 + 0.5952 x$	0.9310	0.034 ± 0.0009
	苯 Benzene	$Y = 3.1781 + 0.7676 x$	0.9911	0.2363 ± 0.0024
	无水乙醚 Ethyl ether	$Y = 5.8066 + 0.6611 x$	0.9820	0.1402 ± 0.0012
	甲 醇 Methyl alcohol	$Y = 5.6585 + 0.6376 x$	0.9863	0.0927 ± 0.0011

3 结论与讨论

3.1 通过对美洲商陆不同部位和不同极性溶剂提取物抑菌活性的系统研究,可以明确美洲商陆植株各部分均含有抑菌活性成分,其中叶、根和果的含量比茎高。而医药上常只用其根作为药材。在不同极性溶剂顺序提取物中,甲醇提取物的抑菌活性远高于其他溶剂提取物,说明商陆抑菌活性成分为一类极性较强的物质,甲、乙醇是其最佳提取溶剂。甲醇提取物进一步分离及活性追踪,得到美洲商陆粗总皂甙,其对小麦纹枯病和柑橘绿霉病菌均有良好的抑菌效果。因此,对美洲商陆总皂甙的抑菌活性作进一步研究,以便明确在多种皂甙成分中起主要作用的皂甙成分,对于开发新型植物源杀菌剂有重要的意义。

3.2 姜黄不同极性溶剂的平行提取物对玉米小斑和小麦纹枯 2 种病原菌均有较好的抑制作用,其中姜黄

从表 5 看出,姜黄的各平行提取物对小麦纹枯病菌都有明显效果,特别是姜黄的石油醚提取物对小麦纹枯病菌的 EC₅₀ 值仅为 0.034 g/L。比较而言,姜黄的各平行提取物对玉米小斑病菌的效果要差一些,其乙醚提取物效果最好,EC₅₀ 值仅为 0.4688 g/L。

的乙醚提取物对玉米小斑病菌抑制效果最好,石油醚提取物对小麦纹枯病菌抑制效果最好。另一方面,姜黄不同极性溶剂的顺序提取物均具有较好的抑菌效果,这说明姜黄体内存在多种不同极性的抑菌活性物质。据文献报道,姜黄活性成分主要分为挥发油类(姜黄酮等)和姜黄素类化合物,前者主要溶于低极性溶剂,而后者则溶于高极性溶剂,它们均具有较强的抑菌作用^[10~11],这与本研究结果具有一定的一致性,但要明确各溶剂提取物中的活性成分究竟是何种物质,还需要进一步分离纯化和活性追踪。

3.3 本项研究主要测定了 2 种植物提取物对供试病原菌菌丝生长的影响,而对于提取物对病原菌的孢子萌发或者对这些病原菌在寄主植物上的生长是否有抑制作用等没有研究,而这些方面的系统研究对于评价一种杀菌活性物质十分重要,因为研究表明一些离体条件下具有强抑菌活性的物质在(下转第 304 页)

造成一定的影响。

参考文献:

- [1] 汪兴鉴. 五个重要果蔬类有害实蝇属的鉴定[J]. 植物检疫, 1995, 9(2): 84-90, 113
- [2] 张清源, 林振基, 刘金耀, 等. 南亚寡鬃实蝇生物学特性[J]. 植物检疫, 1991, 5(3): 164-167
- [3] 周锁奎, 李广学, 邱仲华, 等. 南亚寡鬃实蝇生物学特性观察及防治研究[J]. 植物保护, 1993, 19(5): 11-12
- [4] 杨友兰, 武三安, 郑棉花. 山西省南瓜实蝇发生初报[J]. 植物检疫, 1994, 8(6): 330-331
- [5] Baimai V, J Phinchongsakuldit, C Sumrandee. Cytological evidence for a complex of species within the taxon *Bactro-*

cera tau (Diptera: Tephritidae) in Thailand[J]. Biol. J. Linn. Soc., 2000, (69): 399-409

- [6] Yu - Chang Liu, Min - ying Lin. Morphology, Development, Longevity and Mating Behavior of *Bactrocera tau* (Diptera: Tephritidae) [J]. Chinese J. Entomol, 2000, 20: 311-325
- [7] Yu - Chang Liu, Min - ying Lin. The Development, Longevity, Fecundity and Population Parameters of *Bactrocera tau* (Diptera: Tephritidae) on Various Host Fruits and Artificial Diet, and the Female's Oviposition Behavior[J]. Formosan Entomologist, 2001, 21: 221-236
- [8] 袁盛勇, 肖春, 李正跃, 等. 桔小实蝇实验室饲养技术研究[J]. 江西农业大学学报, 2003, 25(4): 577-580

(上接第300页)

活体条件没有活性, 反之亦然^[12]。因此, 今后应在这些方面作进一步研究。

3.4 实验中美洲商陆不同组织的一些溶剂提取物对一些供试病原菌菌丝生长有促进作用。其原因可能是植物中同时存在抑菌和促菌活性物质, 2类活性物质随着浓度的变化, 其抑菌或促菌作用会表现出不同的结果, 这些都有待进一步探讨。

参考文献:

- [1] 吴轶青. 使用天然抗菌化合物保护作物[J]. 世界农药, 1996, 18(3): 9-12
- [2] 李永刚, 文景芝, 郝中娜. 植物源杀菌剂的研究现状与展望[J]. 东北农业大学学报, 2002, 33(2): 198-202
- [3] 文景芝, 李永刚, 赵吴琼, 等. 中草药水剂 LS-1 对十种植物病原真菌的抑菌测定[J]. 中国生物防治, 2003, 19(2): 93-94
- [4] 张龙, 孟昭礼, 李健强, 等. 拟银杏杀菌剂绿帝和银泰抑制小麦纹枯病菌机理初探[J]. 麦类作物学报, 2003, 23(4): 109-112

- [5] 贾金萍, 秦雪梅, 李青山. 商陆化学成分和药理作用的研究进展[J]. 山西医科大学学报, 2003, 34(1): 89-91
- [6] 韩婷, 宓鹤鸣. 姜黄的化学成分及其药理活性研究进展[J]. 解放军药学报, 2001, 17(2): 27-32
- [7] 易杨华, 黄翔. 商陆中三种新皂甙的分离与鉴定[J]. 药学报, 1984, 15(2): 7-11
- [8] 李桂玲, 金庆华, 王晓蓉, 等. 商陆总皂甙杀灭钉螺的实验研究[J]. 中药材, 1998, 21(9): 472-474
- [9] 慕立义. 植物化学保护研究方法[M]. 北京: 中国农业出版社, 1994: 54-60
- [10] Khattak S, Saeed - ur - Rehman, Ullah S H, et al. Biological effects of indigenous medicinal plants *Curcuma longa* and *Alpinia galanga* [J]. Fitoterapia, 2005, 76(2): 254-257
- [11] 丁伟, 张永强, 陈仕江, 等. 14种中药植物杀虫活性的初步研究[J]. 西南农业大学学报(自然科学版), 2003, 25(5): 417-420, 424
- [12] 冯俊涛, 祝木金, 张兴, 等. 西北地区植物源杀菌剂初步筛选[A]. 张兴. 植物农药与药剂毒理学研究进展[C]. 北京: 中国农业科技出版社, 2002: 270-275