

17 种植物水提物对黄芪根腐病菌的 抑制活性初步研究

赵庆芳,赵培强,郭鹏辉,李巧峡,韩 静

(西北师范大学 生命科学学院,甘肃 兰州 730070)

[摘 要] **【目的】**为黄芪与其他农作物和中草药合理轮作提供理论依据。**【方法】**以 17 种植物不同部位的水提物为供试材料,采用琼脂平板法,测定其对引起黄芪根腐病的 2 种优势菌——尖镰孢菌和腐皮镰孢菌的抑制活性。**【结果】**洋葱(球茎)、玉米(根、茎、叶)、小麦(全株)、苦豆子(全株)、苦参(根)、黄连(根)、苍耳子(果)、黄芩(根、叶)和板蓝根(全株)等 9 种植物的水提物对 2 种优势菌的菌丝生长有较强抑制作用,而葱(茎)、大蒜(茎)、韭菜(叶)、马铃薯(茎、叶)、甘草(根)、大黄(根、叶)、麻黄(根)、党参(根)等 8 种植物水提物的抑制作用则不明显;不同植物水提物对 2 种供试真菌活性的抑制存在明显的浓度效应,当植物水提物质量浓度为 0.05 g/mL 时,大蒜、韭菜、葱水提物对尖镰孢菌菌丝的生长有一定促进作用。**【结论】**洋葱、玉米、小麦、苦豆子、苦参、黄连、苍耳子、黄芩和板蓝根可以与黄芪进行轮作,有利于防治黄芪根腐病。

[关键词] 植物水提物;根腐病;抑菌作用;植物源杀菌剂

[中图分类号] S482.2⁺92

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2009)03-0163-05

Study on the inhibition effects of 17 plant aqueous extracts to the growth of *Astragalus membranaceus* root rot fungi

ZHAO Qing-fang, ZHAO Pei-qiang, GUO Peng-hui, LI Qiao-xia, HAN Jing

(College of Life Science, Northwest Normal University, Lanzhou, Gansu 730070, China)

Abstract: **【Objective】** The study provides theoretical foundation for the proper crop rotation of *Astragalus membranaceus* with other field crops and Chinese medicinal herbs. **【Method】** The inhibition activities of various organs of 17 kinds of plant aqueous extracts on the growth of *A. membranaceus* main root rot fungi, *Fusarium oxysporum* and *Fusarium solani*, were evaluated using Agar gel plate method. **【Result】** The result indicated that nine plant aqueous extracts, *Allium cepa* L. (stem), *Zea mays* L. (root, stem and leaf), *Triticum aestivum* L. (the whole), *Sophora alopecuroides* L. (the whole), *Radix sophorae* flavescens (root), *Chinensis franch* (root), *Fructus xanthii* (seed), *Radix scutellariae* (root, leaf) and *Radix isatidis* (the whole) presented higher inhibition effects on the mycelial growth of the two dominant fungi; however, lower inhibition effects on them were observed from other plant aqueous extracts, *Ston leek* (stem), *Allium sativum* (stem), *Allium tuberosum* rottler (leaf), *Solanum tuberosum* (root and leaf), *Radix glycythizae* (root), *Radix et rhizoma rhei* (root and leaf), *Herba ephedrae* (root) and *Radix codonopsis* (root). Furthermore, the inhibition effects of different plant aqueous extracts on these fungi exhibitd dose — dependent manners. When treated with 0.05 g/mL plant aqueous extracts, *A. sativum* (stem), *A. tuberosum* rotter (leaf) and *S. leek* (stem) played promoted roles on *Fusarium oxysporum*. **【Conclusion】** The crop

* [收稿日期] 2008-04-17

[基金项目] 甘肃省中青年基金项目(3YS061-A25-030)

[作者简介] 赵庆芳(1962—),女,山东莱芜人,教授,博士,主要从事植物生理生态和遗传学研究。

[通信作者] 赵培强(1979—),男,甘肃平凉人,在读硕士,主要从事植物生理生态研究。E-mail:zhaopq1002@163.com

rotation of *A. membranaceus* with *Alliumcepa* L., *Z. mays*, *T. asetivum*, *S. alopecuroides*, *R. sophorae flavescens*, *C. franch*, *F. xanthii*, *R. scutellariae* and *R. isatidis* can be used to prevent *R. Astragali* root rot fungi.

Key words: plant aqueous extracts; foot rot; inhibition; botanical fungicides

黄芪为豆科黄芪属多年生草本植物,其主要品种有蒙古黄芪(*Astragalus membranaceus* (Fisch.) Bge. var. *monghaalicus* (Bge.) Hsiao)和膜荚黄芪(*Astragalus membranaceus* (Fisch.) Bge)。黄芪在我国种植历史悠久,有 130 种以上,主产于山西、甘肃、黑龙江、内蒙古、吉林等地^[1]。现代药理研究表明,黄芪有补气升阳、固表止汗、排毒排脓、利水消肿、生脉等功效^[2]。甘肃主要以栽种蒙古黄芪为主,甘肃省陇西县栽培的黄芪以品质好、产量高而素有“黄芪之乡”的美称。但随着黄芪需求量的增大,受耕地限制,黄芪不能规范轮作,只能连作,再加上农家肥使用不当,使土壤中病菌大量滋生,黄芪根腐病日益严重,导致品质下降、产量降低。目前,对黄芪根腐病的防治主要依靠化学农药,虽然化学农药价格便宜、效果明显,但由于其在土壤和农作物中残留期长,不易降解,长期使用会引起环境问题,所以寻求既能有效防治植物病害又能保护环境的农药,已成为一种趋势^[3]。利用植物源杀菌剂除菌具有安全、无污染等优点,其原理是利用植物产生的活性物质来抑制病原菌的生长,进而控制植物病害,目前国内利用植物源杀菌剂杀菌的报道较多^[4-6]。

作者曾以甘肃省陇西县大面积栽培的黄芪为研究对象,对黄芪病株根上的真菌进行了分离和鉴定,发现主要的优势病菌为尖镰孢菌和腐皮镰孢菌,与文献[7]中的报道一致。本研究选择当地常见的 17 种农作物和中草药植物为供试材料,测定其水提物对引起黄芪根腐病的这 2 种优势真菌的体外生长抑制作用,以期筛选出抑制作用明显的植物种类及其提取物,为实际生产中农作物与中草药植物的合理轮作提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料共 17 种,采集于甘肃陇西县大田中。各植物名称及其供试部位见表 1。供试菌种尖镰孢菌(*Fusarium oxysporum* schlecht)和腐皮镰孢菌[*Fusarium solani* (Mart.) Sacc.]均由本课题组从大田黄芪病株上分离纯化得到。

1.2 方 法

1.2.1 植物水提物的制备 称取植物新鲜组织 100 g,无菌水冲洗干净后用搅碎机搅碎,加入 500 mL 无菌水,室温下浸提 48 h,双层滤纸过滤,再用细菌过滤器过滤,定容至 500 mL,即得到质量浓度为 0.2 g/mL 的植物水提物母液,保存于 4 ℃冰箱中待用。

表 1 17 种供试植物的名称及其部位
Table 1 Catalogue of 17 tested plants and their tested parts

科名 Family	种名 Specie	供试部位 Tested parts
百合科 Liliaceae	葱 <i>Ston leek</i>	茎 Stem
	洋葱 <i>Alliumcepa</i> L.	球茎 Stem
	大蒜 <i>Allium satirum</i>	茎 Stem
	韭菜 <i>Allium tuberosum rottler</i>	叶 Leaf
禾本科 Poaceae	玉米 <i>Zea mays</i>	全株 The whole
	小麦 <i>Triticum aestivum</i> L.	全株 The whole
豆科 Legumniosae	马铃薯 <i>Solanum tuberosum</i>	根、叶 Root, leaf
	苦豆子 <i>Sophora alopecuroides</i>	全株 The whole
	甘草 <i>Radix glycythizae</i>	根 Root
	苦参 <i>Radix sophorae flavescensis</i>	根 Root
	黄连 <i>Chinese franch</i>	根 Root
	苍耳子 <i>Fructus xanthii</i>	果 Seed
毛茛科 Ranunculaceae	大蓟 <i>Radix et rhizoma rhei</i>	根、叶 Root, leaf
菊科 Compositae	黄芩 <i>Radix scutellariae</i>	根、叶 Root, leaf
蓼科 Polygonaceae	麻黄 <i>Herba ephedrae</i>	根 Root
唇形科 Labiatae	板蓝根 <i>Radix isatidis</i>	全株 The whole
麻黄科 Ephedraceae	党参 <i>Radix platycodonis</i>	根 Root
十字花科 Cruciferae		
桔梗科 Radix platycodonis		

1.2.2 植物水提物不同质量浓度的配置 采用等比稀释法,取 1.2.1 中制备的植物水提物母液,用无菌水分别稀释成质量浓度为 0.15,0.10 和 0.05 g/mL 的植物水提物,保存于 4 ℃冰箱中待用。

1.2.3 植物水提物的抑菌作用试验 采用琼胶平板法测定植物样品的抑菌活性^[8],分别取 1.2.2 中不同质量浓度的植物水提物 2 mL,加入融化的 PDA 培养基 15 mL 于直径为 90 mm 培养皿中混合

制成平板,其中对照加入无菌水。凝固后,用打孔器将直径 4 mm 的菌片接入到培养基中央,置于 25 ℃ 培养箱中无光培养 5 d 。每皿一片,每处理重复 3 次。用十字交叉法测量菌落直径,用下式计算不同植物水提物对黄芩根腐病原真菌的相对抑制率^[9-11]:

菌落扩展直径/mm=菌落直径平均值-4.0;

相对抑制率/%=(对照菌落生长直径-一处理菌落生长直径)/对照菌落生长直径。

2 结果与分析

2.1 17 种植物水提物对尖镰孢菌菌丝生长的抑制作用

表 2 表明,当植物水提物质量浓度为 0.2 g/mL

时,玉米(根、茎、叶)、苦豆子(全株)、苦参(根)、黄连(根)、苍耳子(果)、大黄(叶)的水提物对尖镰孢菌菌丝抑制效果较好,相对抑制率均达到 75% 以上;洋葱(球茎)、小麦(全株)、黄芩(叶)、板蓝根(全株)对尖镰孢菌菌丝的相对抑制率次之,相对抑制率在 60%~66%。在植物水提物质量浓度为 0.05~0.15 g/mL 时,洋葱(球茎)、玉米(根、茎、叶)、苦豆子(全株)、苦参(根)、黄连(根)、大黄(叶)水提物对尖镰孢菌菌丝相对抑制率均达到 50% 以上。说明洋葱(球茎)、玉米(根、茎、叶)、苦豆子(全株)、苦参(根)、黄连(根)、大黄(叶)水提物对尖镰孢菌菌丝抑制作用明显。葱属植物中,葱、大蒜、韭菜水提物在质量浓度为 0.05~0.1 g/mL 时,对尖镰孢菌菌丝生长有促进作用。

表 2 17 种植物水提物对尖镰孢菌菌丝生长的抑制作用

Table 2 Inhibition effects of 17 kinds of plant extraction on the mycelial growth of *Fusarium oxysporum* schlecht

提取物 Extracts	菌落直径/mm Colony diameter				相对抑制率/% Inhibition ratio			
	0.2 g/mL	0.15 g/mL	0.1 g/mL	0.05 g/mL	0.2 g/mL	0.15 g/mL	0.1 g/mL	0.05 g/mL
葱(茎) <i>S. Leek</i> (Stem)	49.5	54.0	55.0	54.0	4.8	0.0	0.0	0.0
洋葱(球茎) <i>Alliumcepa</i> L. (Stem)	15.0	17.0	14.0	24.5	71.1	67.3	73.1	52.9
大蒜(茎) <i>A. satirum</i> (Stem)	44.0	49.0	53.5	54.5	15.4	5.8	0.0	0.0
韭菜(叶) <i>A. tuberosum rottler</i> (Leaf)	57.0	58.0	58.5	60.0	0.0	0.0	0.0	0.0
玉米(根) <i>Z. mays</i> (Root)	10.0	11.0	12.0	16.0	80.7	78.8	76.9	69.2
玉米(茎、叶) <i>Z. mays</i> (Stem, Leaf)	13.0	17.0	23.0	22.0	75.0	67.3	55.8	57.7
小麦(全株) <i>T. aestivum</i> (The whole)	20.0	22.0	25.5	29.0	61.5	57.8	51.0	44.2
马铃薯(根) <i>S. tuberosum</i> (Root)	22.0	26.0	32.5	30.0	57.5	50.0	37.5	42.3
马铃薯(叶) <i>S. tuberosum</i> (Leaf)	21.0	27.5	30.0	34.0	59.6	47.1	42.3	34.6
苦豆子(全株) <i>S. alopecuroides</i> . (The whole)	9.0	12.5	18.0	20.5	82.7	76.0	65.4	60.6
甘草(根) <i>Radix glycyththizae</i> (Root)	29.0	33.0	38.0	41.0	44.2	36.5	26.9	21.2
苦参(根) <i>R. sophorae flavescens</i> (Root)	12.0	14.0	18.0	20.5	76.9	73.1	65.4	60.6
黄连(根) <i>C. franch</i> (Root)	10.5	11.0	17.0	20.0	79.8	78.8	67.3	56.6
苍耳子(果) <i>F. xanthii</i> (Seed)	13.0	23.5	26.0	29.5	75.0	54.8	52.0	43.3
大黄(根) <i>R. et rhizoma rhei</i> (Root)	22.0	36.0	40.0	42.0	57.7	30.8	20.1	19.2
大黄(叶) <i>R. et rhizoma rhei</i> (Lleaf)	11.0	14.0	21.0	23.0	78.8	73.1	59.6	55.8
黄芩(根) <i>R. scutellariae</i> (Root)	30.0	37.0	42.0	50.0	42.3	28.8	19.2	3.5
黄芩(叶) <i>R. scutellariae</i> (leaf)	18.0	26.0	30.0	47.0	65.4	50.0	42.3	9.6
麻黄(根) <i>H. ephedrae</i> (Root)	29.0	28.0	34.0	42.0	44.2	46.2	34.6	19.2
板蓝根(全株) <i>R. isatidis</i> (The whole)	20.0	24.5	30.0	41.5	61.5	52.9	42.3	20.2
党参(根) <i>R. codonopsis</i> (Root)	22.5	27.0	36.5	46.0	56.7	48.1	29.8	11.5
对照 CK	52.0	52.0	52.0	52.0				

注:“0.0”表示植物水提物对菌丝生长有一定促进作用。
Note:“0.0” represents the plant extracts can promote the mycelial growth.

2.2 17 种植物水提物对腐皮镰孢菌菌丝生长的抑制作用

表 3 表明,当植物水提物质量浓度为 0.2 g/mL 时,苦豆子水提物对腐皮镰孢菌菌丝生长的抑制作用最明显,相对抑制率高达 80.8%;玉米(根)、苦参(根)、黄连(根)、板蓝根(全株)4 种植物水提物的抑制作用次之,抑制率达到 70%~77%;洋葱(球茎)、小麦(全株)、苍耳子(果)、黄芩(叶)、麻黄(根)5 种

植物对腐皮镰孢菌菌丝生长的相对抑制率达到 60%~70%;其他植物水提物抑制效果较差,相对抑制率均在 60% 以下。当植物水提物质量浓度在 0.05~0.1 g/mL 时,玉米(根)、小麦(全株)、苦豆子(全株)、苦参(根)、苍耳子(果)、板蓝根(全株)水提物对腐皮镰孢菌菌丝生长的相对抑制率达到50%~67%。这说明玉米(根)、小麦(全株)、苦豆子(全株)、苦参(根)、苍耳子(果)、板蓝根(全株)水提物对

腐皮镰孢菌菌丝生长的抑制作用明显。

表 3 17 种植物水提取物对腐皮镰孢菌菌丝生长的抑制作用

Table 3 Inhibition effects of 17kinds of plant extraction on the mycelial growth of *Fusarium solani*

提取物 Extracts	菌落直径/mm Colony diameter				相对抑制率/% Inhibition ratio			
	0.2 g/mL	0.15 g/mL	0.1 g/mL	0.05 g/mL	0.2 g/mL	0.15 g/mL	0.1 g/mL	0.05 g/mL
葱(茎) <i>S. Leek</i> (Stem)	43.0	43.0	44.0	44.5	17.3	17.3	15.4	14.4
洋葱(球茎) <i>Alliumcepa</i> L. (Stem)	20.0	28.0	31.0	34.0	61.5	46.2	40.4	34.6
大蒜(茎) <i>A. satirum</i> (Stem)	41.5	48.5	49.0	49.5	20.2	6.7	5.8	4.8
韭菜(叶) <i>A. tuberosum rottle</i> (Leaf)	28.0	32.0	35.0	37.0	46.2	34.1	32.7	28.9
玉米(根) <i>Z. mays</i> (Root)	13.0	16.0	23.5	20.0	75.0	69.2	54.8	61.5
玉米(茎、叶) <i>Z. mays</i> (Stem, leaf)	29.0	30.0	34.0	29.0	44.2	42.3	34.6	44.2
小麦(全株) <i>T. aestivum</i> (The whole)	16.0	19.0	21.0	23.0	69.2	63.5	59.6	55.8
马铃薯(根) <i>S. tuberosum</i> (Root)	28.0	30.0	34.0	39.0	46.2	42.3	34.6	25.0
马铃薯(叶) <i>S. tuberosum</i> (Leaf)	41.0	42.0	44.0	45.0	21.2	19.2	15.4	13.5
苦豆子(全株) <i>S. alopecuroides</i> (The whole)	10.0	14.0	19.0	21.5	80.8	73.0	63.4	58.7
甘草(根) <i>R. glycythizae</i> (Root)	22.0	24.0	28.0	34.0	57.8	53.8	46.2	34.6
苦参(根) <i>R. sophorae flavescens</i> (Root)	12.0	15.5	17.5	21.0	76.9	70.2	66.3	59.6
黄连(根) <i>C. franch</i> (Root)	15.0	32.0	33.0	35.0	71.2	38.5	36.5	32.7
苍耳子(果) <i>F. xanthii</i> (Seed)	17.0	20.0	22.0	24.0	67.3	61.5	57.5	53.8
大黄(根) <i>R. et rhizoma rhei</i> (Root)	26.5	27.0	29.5	22.0	49.0	48.1	43.5	57.7
大黄(叶) <i>R. et rhizoma rhei</i> (Leaf)	27.0	28.0	30.5	36.0	48.1	46.2	41.3	30.8
黄芩(根) <i>R. scutellariae</i> (Root)	36.0	37.0	45.0	47.0	30.8	28.8	13.5	9.6
黄芩(叶) <i>R. scutellariae</i> (Leaf)	18.0	21.0	33.5	43.0	65.3	59.6	35.6	17.3
麻黄(根) <i>H. ephedrae</i> (Root)	19.0	21.5	26.5	33.5	63.5	58.7	49.0	35.6
板蓝根(全株) <i>R. isatidis</i> (The whole)	13.5	13.5	21.0	19.5	74.0	74.0	59.6	63.1
党参(根) <i>R. codonopsis</i> (Root)	31.0	32.0	36.5	38.0	40.4	38.5	29.8	26.9
对照 CK	52.0	52.0	52.0	52.0				

3 讨 论

本试验以 17 种植物全株或器官的水提取物为供试材料,测定其对引起黄芪根腐病的 2 种优势菌——尖镰孢菌和腐皮镰孢菌菌丝生长的抑制作用,结果筛选出洋葱、玉米、小麦、苦豆子、苦参、黄连、苍耳子、黄芩和板蓝根 9 种相对抑制率高的植物。9 种植物中,苦豆子对 2 种真菌的抑制作用最强,说明苦豆子是与黄芪进行轮作的最佳作物,可以考虑以苦豆子为材料,开发植物源杀菌剂来控制黄芪根腐病。但苦豆子化学结构成分复杂,目前的研究主要停留在其粗提取物抑菌活性测试上,粗提取物中具体是哪种单体对病菌起作用,还有待于进一步研究^[12]。苦参对 2 种病菌的抑制作用较强,其具有光谱杀菌活性^[13];以苦参为材料开发的植物源农药,可以考虑应用到黄芪根腐病的防治中;同时,苦参具有一定的药用价值和经济价值,可与黄芪在大田中轮作。其他 7 种植物均为常见的农作物和经济作物,也可与黄芪在大田中进行轮作,来防治黄芪根腐病的发生。葱属植物提取物具有较强的杀菌作用,在医疗及食品防腐保鲜方面已有研究^[14];但本研究发现,葱属植物中,洋葱水提取物对 2 种真菌菌丝生长

有抑制作用,而大蒜、韭菜和葱的水提取物,在较低质量浓度下对尖镰孢菌菌丝生长有一定促进作用,这可能是植物中存在一定的活性物质所致。

本研究表明,植物水提取物对 2 种供试真菌菌丝生长的抑制作用存在明显的浓度效应,即随植物水提取物质量浓度的降低,抑制作用也逐渐减弱。在植物源杀菌剂开发研究中,浓度梯度应作为重点来研究。

本研究初步测定了 17 种植物水提取物对引起黄芪根腐病的 2 种优势菌菌丝生长的抑制活性,而关于植物提取物对病原菌孢子或者对这些病原菌在寄主植物上的生长是否有抑制作用,尚未见报道^[15]。期望通过进一步的试验,筛选出抑菌作用明显的植物,为黄芪大田轮作提供理论依据,为研究开发植物源杀菌剂来防治黄芪根腐病奠定基础。

[参考文献]

[1] 陈聪颖,陆阳,陈泽乃.内蒙黄芪的研究概况 [J]. 中草药, 2001,31(6):567-569.
Chen C Y, Lu Y, Chen Z N. Survey of studies on *Astragalus membranaceus* var. *mongolicus* [J]. Chinese Traditional and Herbal Drug, 2001,31(6):567-569. (in Chinese)
[2] 张东佳,杨永建,赵汝能.甘肃黄芪属药用植物资源 [J]. 中国野生植物资源, 2005,24(1):38-40.

- Zhang D J, Yang Y J, Zhao R N. Studies on resources of medicinal plants of *Astragalus* in Gansu Provinces[J]. Chinese Wild Plant Resources, 2005, 24(1): 38-40. (in Chinese)
- [3] Dixit S, Chandra N, Tiwari H R, et al. Development of a botanical fungicide against blue mould of mandarins [J]. Sforod Prod Res, 1995, 31(2): 165-172.
- [4] Nikos G, Tzortzakis, Costas D. Economaks antifungal activity of lemongrass (*Cymbopogon citratus* L.) essential oil against key postharvest pathogens [J]. Innovative Food Science and Emerging Technologies, 2007(8): 253-258.
- [5] 陈 娇, 代光辉, 顾振芳, 等. 58种植物提取液对葡萄霜霉病菌的抑菌活性筛选研究 [J]. 天然产物研究与开发, 2002, 14(5): 9-13.
- Chen J, Dai G H, Gu Z F, et al. Inhibition effect of 58 plant extracts against grape downy mildew (*Plasmopara viticola*) [J]. Nature Alproduct Research and Development, 2002, 14(5): 9-13. (in Chinese)
- [6] Bowers J H, Locke J C. Effect of formulated plant extracts and oils on population density of phytophthora anicotianae in soil and control of phytophthora blight in the greenhouse [J]. Plant Disease, 2004, 88(1): 11-16.
- [7] 骆得功, 韩相鹏, 邓成贵, 等. 定西市药用黄芩病害调查与病原鉴定 [J]. 甘肃农业科技, 2004(1): 38-40.
- Luo D G, Han X P, Deng C G, et al. *Astragalus* disease investigation and medicinal pathogen identification of Dingxi city [J]. Scientia Agricultura of Gansu, 2004(1): 38-40. (in Chinese)
- [8] 何衍彪, 詹儒林, 赵艳龙, 等. 20种植物提取物对芒果炭疽菌的抑制作用 [J]. 热带作物学报, 2005, 26(3): 86-90.
- He Y B, Zhan R L, Zhao Y L, et al. Effect of twenty plant extracts on inhibition of colletotrichum gloeosporioides penz in Mangguo [J]. Chinese Journal of Tropical Crops, 2005, 26(3): 86-90. (in Chinese)
- [9] 冯俊涛, 石勇强, 张 兴. 56种植物抑菌活性筛选试验 [J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2001, 29(2): 65-68.
- Fen J T, Shi Y Q, Zhang X. Screening studies on fungistasis of 56 plant extracts [J]. Journal of Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry: Natural Science Edition, 2001, 29(2): 65-68. (in Chinese)
- [10] 孟昭礼, 罗 兰, 袁忠林, 等. 人工模拟的植物源杀菌剂银泰防止番茄3种病害研究 [J]. 中国农业科学, 2002, 35(7): 863-866.
- Meng Z L, Luo L, Yuan Z L, et al. Control effect of fungicide YinTai Artificial synthesized on 3 kinds of tomato diseases [J]. Scientia Agricultura Sinica, 2002, 35(7): 863-866. (in Chinese)
- [11] 于平儒, 邵军红, 冯俊涛, 等. 62种植物样品对菌丝活性的测定 [J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2001, 29(6): 65-69.
- Yu P R, Shao J H, Feng J T, et al. Preliminary study on antifungal activity of 62 plant extracts [J]. Journal of Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry: Natural Science Edition, 2001, 29(6): 65-69. (in Chinese)
- [12] 李艳艳, 冯俊涛, 张 兴, 等. 苦豆子化学成分及其生物活性研究进展 [J]. 西北农业学报, 2005, 14(2): 133-136.
- Li Y Y, Feng J T, Zhang X, et al. Advance in research of chemical ingredients from *Sophora alopecuroides* L. and its bioactivities [J]. Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica Edition, 2005, 14(2): 133-136. (in Chinese)
- [13] 李丽娜, 纪明山, 宿宗艳. 农用杀菌剂苦参应用研究进展 [J]. 农药, 2006, 45(9): 581-583.
- Li L N, Ji M S, Su Z Y. Research advances in use of the agricultural fungicide *Sophora flavescens* [J]. Agrochemicals, 2006, 45(9): 581-583. (in Chinese)
- [14] 蒋继志, 梁 宁. 植物提取物对草莓根腐病原真菌的抑制作用 [J]. 河北大学学报: 自然科学版, 2005, 25(4): 399-404.
- Jiang J Z, Liang N. Inhibition of plant extracts on growth of strawberry root rot fungi [J]. Journal of Hebei University: Natural Science Edition, 2005, 25(4): 399-404. (in Chinese)
- [15] 陈仕江, 丁 伟, 杨 帮, 等. 10种中药植物对4种植物病原真菌的生物活性研究 [J]. 西南农业学报, 2005, 18(3): 311-314.
- Cheng S J, Ding W, Yang B, et al. Screening studies on fungistasis of ten traditional medicine [J]. Southwest China Journal of Agricultural Science Edition, 2005, 18(3): 311-314. (in Chinese)