

网络出版时间:2017-11-06 13:53 DOI:10.13207/j.cnki.jnwafu.2017.12.011  
网络出版地址:http://kns.cnki.net/kcms/detail/61.1390.S.20171106.1353.022.html

## 85 种植物丙酮提取物的抑菌活性筛选

郭恩辉<sup>a</sup>, 宋爽<sup>a</sup>, 韩立荣<sup>a,b</sup>, 冯俊涛<sup>a,b</sup>, 张兴<sup>a,b</sup>

(西北农林科技大学 a 无公害农药研究服务中心, b 陕西省生物农药工程技术研究中心, 陕西 杨凌 712100)

**【摘要】**【目的】研究 85 种植物丙酮提取物的抑菌活性,以从中筛选到具有开发潜力的植物源杀菌剂。【方法】以番茄灰霉病菌(*Botrytis cinerea*)、辣椒疫霉病菌(*Phytophthora capsici*)、黄瓜炭疽病菌(*Colletotrichum orbiculare*)为供试病原真菌,采用生长速率法测定 85 种植物丙酮提取物的抑菌活性,进一步选择皿内测试中抑菌效果较好的植物样品进行活体组织和盆栽药效防治试验。【结果】离体条件及 0.1 g/mL 剂量下,蓼子朴丙酮提取物对 3 种供试真菌的抑制率均达到 65% 以上,披针叶野决明、木姜子、木碱蓬、沙芥、崖棕的丙酮提取物至少对 2 种病原真菌的抑制率超过 65%;活体条件下,蓼子朴、崖棕、木姜子、披针叶野决明丙酮提取物对番茄灰霉病的室内防效均达到 50% 以上,蓼子朴、脓疮草、白苞蒿、木碱蓬、木姜子、麻黄丙酮提取物对黄瓜炭疽病的室内防效均在 50% 以上。【结论】蓼子朴具有开发为植物源杀菌剂的潜力,披针叶野决明、崖棕抑菌活性值得进一步研究。

**【关键词】** 植物源杀菌剂;抑菌活性;蓼子朴;番茄灰霉病菌;辣椒疫霉病菌;黄瓜炭疽病菌

**【中图分类号】** S482.2<sup>+</sup>92

**【文献标志码】** A

**【文章编号】** 1671-9387(2017)12-0077-07

## Antimicrobial activity screening of acetone extracts from 85 plants

GUO Enhui<sup>a</sup>, SONG Shuang<sup>a</sup>, HAN Lirong<sup>a,b</sup>, FENG Juntao<sup>a,b</sup>, ZHANG Xing<sup>a,b</sup>

(a Research & Development Center of Biorational Pesticide, b Shaanxi Research Center of Biopesticide Engineering & Technology, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

**Abstract:** 【Objective】The antifungal activities of 85 plant acetone extracts were screened to find new botanical fungicides. 【Method】The antifungal activities were tested on the concentration of 0.1 g/mL against *Botrytis cinerea*, *Phytophthora capsici* and *Colletotrichum orbiculare* *in vitro*. Plants with high antifungal effects *in vitro* were tested about the control effects on *C. orbiculare* in potted plant materials and on *B. cinerea* in cucumber cotyledon spray inoculation test. 【Result】Extracts from *Inula salsoloides* presented >65% inhibitory rate to all tested fungi, and the inhibitory rates of extracts from *Thermopsis lanceolata*, *Litsea pungens*, *Suaeda dendroides*, *Pugilnium cornutum*, *Carex siderosticta* were >65% against at least two tested phytopathogens. In the tissue test, the extracts from *I. salsoloides*, *C. siderosticta*, *L. pungens* and *T. lanceolata* had >50% control effect on *B. cinerea*, and the control effects of extracts from *I. salsoloides*, *Panzeria alaschanica*, *Artemisia lactiflora*, *Suaeda dendroides*, *L. pungens* and *Ephedra sinica* on *C. orbiculare* were >50%. 【Conclusion】*I. salsoloides* is able to be explored as new botanical fungicide and it is necessary to further study the antifungal effects of *C. siderosticta* and *T. lanceolata*.

**Key words:** botanical fungicides; antifungal activity; *Inula salsoloides*; *Botrytis cinerea*; *Phytophthora capsici*; *Colletotrichum orbiculare*

【收稿日期】 2016-11-02

【基金项目】 国家科技支撑计划项目(2014BAD23B01);杨凌示范区产学研用协同创新重大项目(2016CXY-13)

【作者简介】 郭恩辉(1992-),男,山西运城人,在读硕士,主要从事植物源杀菌剂研究。E-mail: guoehen@163.com

【通信作者】 冯俊涛(1967-),男,河南登封人,教授,博士生导师,主要从事农药学研究。E-mail: jtfeng@126.com

植物源杀菌剂具有生物降解快、对环境影响小等优点,已成为当前新型杀菌剂研发的热点。中国西北地区和秦岭山脉植物种类丰富,具备植物源杀菌剂研究开发的资源优势。冯俊涛等<sup>[1-2]</sup>初步筛选了我国西北地区及秦岭地区具有抑菌活性的植物资源,发现大花金挖耳(*Carpesium macrocephalum*)中的天名精内酯酮对小麦全蚀病菌、小麦白粉病菌的抑菌效果较好。于志同等<sup>[3]</sup>研究了内蒙古、宁夏 2 个自治区内草原和荒漠地区的 34 种植物丙酮提取物的抑菌活性,发现黑沙蒿(*Artemisia ordosica*)具有较为广谱的抑菌活性。曹冬煦等<sup>[4]</sup>研究了 27 种植物提取物对瓜类枯萎病的抑菌活性,发现狼毒大戟提取物对黄瓜幼苗抗枯萎病菌的预防效果和治疗效果均较好。袁高庆等<sup>[5]</sup>进行了抑制植物病原细菌的植物筛选,发现漆树提取物对辣椒青枯病菌有一定的抑制作用。李玉平等<sup>[6]</sup>研究了 25 种菊科植

物的抑菌活性,发现猪毛蒿提取物具有一定的抑菌活性。本研究在前期筛选的基础上,于 2015 年 7—8 月在毛乌素沙漠地区及秦岭南麓采集 85 种植物,以番茄灰霉病菌、辣椒疫霉病菌和黄瓜炭疽病菌为靶标,采用生长速率法测定 85 种植物的丙酮提取物对 3 种供试病原菌的抑菌活性,以期筛选出抑菌活性强的植物,为新型植物源杀菌剂的研发提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试植物

供试植物共 85 种(详见表 1),于 2015 年 7—8 月分别采自秦岭南麓火地塘与内蒙古毛乌素沙漠周边,其中 43 种采自秦岭南麓火地塘,42 种采自内蒙古毛乌素沙漠,均由西北农林科技大学生命科学院李琰副教授鉴定。

表 1 供试植物样品名录

Table 1 Catalogue of tested plants

科名 Family	属名 Genus	种名 Species	供试部位 Tested part
石竹科 Caryophyllaceae	狗筋蔓属 <i>Cucubalus</i>	狗筋蔓 <i>C. baccifer</i> L.	枝叶果 <sup>2</sup> The stem, leaf and fruit
	石头花属 <i>Gypsophila</i>	草原石竹花 <i>G. davurica</i> Turcz. ex Fenzl	全株 <sup>1</sup> The whole
	蝇子草属 <i>Silene</i>	沙生蝇子草 <i>S. olgiana</i>	全株 <sup>1</sup> The whole
十字花科 Brassicaceae	沙芥属 <i>Pugilium</i>	沙芥 <i>P. cornutum</i> (Linnaeus) Gaertn	全株 <sup>1</sup> The whole
樟科 Lauraceae	木姜子属 <i>Litsea</i>	木姜子 <i>L. pungens</i> Hemsl.	枝叶皮 <sup>2</sup> The stem, leaf and bark
麻黄科 Ephedraceae	麻黄属 <i>Ephedra</i>	麻黄 <i>E. sinica</i> Stapf.	全株 <sup>1</sup> The whole
蓼科 Polygonaceae	蓼属 <i>Polygonum</i>	西伯利亚蓼 <i>P. sibiricum</i> Laxm.	全株 <sup>1</sup> The whole
		红三七 <i>P. suffultum</i> A. J. Li	全株 <sup>2</sup> The whole
		木碱蓬 <i>S. dendroides</i> (C. A. Mey.) Moq.	全株 <sup>1</sup> The whole
藜科 Chenopodiaceae	碱蓬属 <i>Suaeda</i>	囊果碱蓬 <i>S. physophora</i> Pall.	全株 <sup>1</sup> The whole
	沙蓬属 <i>Agriophyllum</i>	沙蓬 <i>A. squarrosum</i> (Linn) Moq.	全株 <sup>1</sup> The whole
	虫实属 <i>Corispermum</i>	蒙古虫实 <i>C. mongolicum</i> Iljin.	全株 <sup>1</sup> The whole
毛茛科 Ranunculaceae		蝇虫实 <i>C. declinatum</i> Steph. ex Stev.	全株 <sup>1</sup> The whole
	鹿蹄草属 <i>Caltha</i>	驴蹄草 <i>C. palustris</i> Linn.	花果叶 <sup>2</sup> The flower, fruit and leaf
	乌头属 <i>Aconitum</i>	松潘乌头 <i>A. sungpanense</i> Hand. -Mazz.	花枝叶 <sup>2</sup> The flower, stem and leaf
	楼斗菜属 <i>Aquilegia</i>	华北楼斗菜 <i>A. oxyspala</i> Trautv. et Mey.	全株 <sup>2</sup> The whole
小檗科 Berberidaceae	唐松草属 <i>Thalictrum</i>	长柄唐松草 <i>T. przewalski</i> Maxim.	花枝叶 <sup>2</sup> The flower, stem and leaf
	小檗属 <i>Berberis</i>	小檗 <i>B. amurensis</i> Rupr.	枝叶果 <sup>2</sup> The stem, leaf and fruit
		长穗小檗 <i>B. dolichobotrys</i> Schneid.	枝叶 <sup>2</sup> The stem and leaf
藤黄科 Guttiferae	金丝桃属 <i>Hypericum</i>	金丝桃 <i>H. monogynum</i> Linn.	枝叶 <sup>2</sup> The stem and leaf
罂粟科 Papaveraceae	紫堇属 <i>Corydalis</i>	秦岭弯花紫堇 <i>C. curviflora</i> Maxim.	全株 <sup>2</sup> The whole
虎耳草科 Saxifragaceae	梅花草属 <i>Parnassia</i>	苍耳七 <i>P. wightiana</i> Wall. et Wight et Arn.	全株 <sup>2</sup> The whole
蔷薇科 Rosaceae	委陵菜属 <i>Potentilla</i>	银露梅 <i>P. glabra</i>	枝叶 <sup>2</sup> The stem and leaf
	柃子属 <i>Cotoneaster</i>	细枝柃子 <i>C. gracilis</i> Rehd. et Wils.	花果 <sup>2</sup> The flower and fruit
	樱属 <i>Prunus</i>	托叶樱桃 <i>P. stipulacea</i>	枝叶 <sup>2</sup> The stem and leaf
豆科 Leguminosae	木蓝属 <i>Indigofera</i>	多花木蓝 <i>I. amblyantha</i> M. C. Wang et C. L. Min	花枝叶 <sup>2</sup> The flower, stem and leaf
	岩黄耆属 <i>Hedysarum</i>	细枝岩黄耆 <i>H. scoparium</i> Fisch. et Mey.	全株 <sup>1</sup> The whole
	黄耆属 <i>Astragalus</i>	草木樨黄耆 <i>A. melilotoides</i> Pall.	全株 <sup>1</sup> The whole
	野决明属 <i>Thermopsis</i>	披针叶野决明 <i>T. lanceolata</i> R. Br.	枝叶果 <sup>1</sup> The stem, leaf and fruit
	棘豆属 <i>Oxytropis</i>	砂珍棘豆 <i>O. pispamocharis</i>	全株 <sup>1</sup> The whole
牻牛儿苗科 Geraniaceae	胡枝子属 <i>Lespedeza</i>	兴安胡枝子 <i>L. davurica</i> (Laxm.) Schindl.	花枝叶 <sup>1</sup> The stem, leaf and flower
	老鹳草属 <i>Geranium</i>	鼠掌老鹳草 <i>G. sibiricum</i> Linn.	花枝叶 <sup>2</sup> The stem, leaf and flower
	牻牛儿苗属 <i>Erodium</i>	牻牛儿苗 <i>E. stephanianum</i> Willd.	全株 <sup>1</sup> The whole

表 1(续) Continued table 1

科名 Family	属名 Genus	种名 Species	供试部位 Tested part
大戟科 Euphorbiaceae	大戟属 <i>Euphorbia</i>	狭叶青海大戟 <i>E. kozlowii</i> Prokh.	全株 <sup>1</sup> The whole
柽柳科 Tamaricaceae	红砂属 <i>Reaumuria</i>	红砂 <i>R. soongarica</i> (Pall.) Maxim.	枝叶 <sup>1</sup> The stem and leaf
胡颓子科 Elaeagnaceae	胡颓子属 <i>Elaeagnus</i>	沙枣 <i>E. angustifolia</i> Linn.	枝叶果 <sup>1</sup> The stem, leaf and fruit
蒺藜科 Zygophyllaceae	骆驼蓬属 <i>Peganum</i>	骆驼蓬 <i>P. harmala</i> Linn.	全株 <sup>1</sup> The whole
		多裂骆驼蓬 <i>P. multisectum</i> (Maxiam.) Bobr.	全株 <sup>1</sup> The whole
		骆驼蒿 <i>P. nigellastrum</i> Bunge	全株 <sup>1</sup> The whole
	白刺属 <i>Nitraria</i>	白刺 <i>N. angutorum</i> Bobr.	枝叶 <sup>1</sup> The steam and leaf
芸香科 Rutaceae	拟芸香属 <i>Haplophyllum</i>	北芸香 <i>H. dauricum</i> (L.) G. Don	全株 <sup>1</sup> The whole
凤仙花科 Balsaminaceae	凤仙花属 <i>Impatiens</i>	水金凤 <i>I. noli-tangere</i> Linn.	枝叶花 <sup>2</sup> The stem, leaf and flower
青风藤科 Sabiaceae	泡花树属 <i>Meliosma</i>	泡花树 <i>M. cuneifolia</i> Franch.	枝叶花 <sup>2</sup> The stem, leaf and flower
伞形科 Umbelliferae	茴芹属 <i>Pimpinella</i>	直立茴芹 <i>P. stricta</i> Wolff.	全株 <sup>2</sup> The whole
		菱叶茴芹 <i>P. rhomboidea</i> Diels	全株 <sup>2</sup> The whole
	羊角芹属 <i>Aegopodium</i>	山羊角芹 <i>A. alpestre</i> Ledeb.	全株 <sup>2</sup> The whole
旋花科 Convolvulaceae	旋花属 <i>Convolvulus</i>	田旋花 <i>C. arvensis</i> Linn.	全株 <sup>1</sup> The whole
萝藦科 Asclepiadaceae	鹅绒藤属 <i>Cynanchum</i>	地梢瓜 <i>C. hesioides</i> (Frey) K. Schum.	全株 <sup>2</sup> The whole
		鹅绒藤 <i>C. chinense</i> R. Br.	全株 <sup>1</sup> The whole
紫草科 Boraginaceae	砂引草属 <i>Messerschmidia</i>	砂引草 <i>M. sibirica</i> Linn.	全株 <sup>1</sup> The whole
马鞭草科 Verbenaceae	菀属 <i>Caryopteris</i>	蒙古菀 <i>C. mongholica</i> Bunge.	全株 <sup>1</sup> The whole
龙胆科 Gentianaceae	花锚属 <i>Halenia</i>	花锚 <i>H. elliptica</i> (Linn.) Cornaz.	全株 <sup>2</sup> The whole
唇形科 Labiatae	夏枯草属 <i>Prunella</i>	夏枯草 <i>P. vulgaris</i> Linn.	全株 <sup>2</sup> The whole
	兔唇属 <i>Lagochilus</i>	冬青叶兔唇花 <i>L. ilicifolius</i> Bunge.	全株 <sup>1</sup> The whole
	青兰属 <i>Dracocephalum</i>	香青兰 <i>D. moldavica</i> Linn.	全株 <sup>1</sup> The whole
	脓疮草属 <i>Panzeria</i>	脓疮草 <i>P. alaschanica</i> Kupr.	全株 <sup>1</sup> The whole
玄参科 Scrophulariaceae	婆婆纳属 <i>Veronica</i>	疏花婆婆纳 <i>V. laxa</i> Benth.	全株 <sup>2</sup> The whole
	沟酸浆属 <i>Mimulus</i>	四川沟酸浆 <i>M. szechuanensis</i> Pai.	全株 <sup>2</sup> The whole
忍冬科 Caprifoliaceae	葎子蕪属 <i>Triosteum</i>	羽裂叶葎子蕪 <i>T. pinnatifidum</i> Maxim.	全株 <sup>2</sup> The whole
	忍冬属 <i>Lonicera</i>	冠果忍冬 <i>L. stephanocarpa</i> Franch.	枝叶花 <sup>2</sup> The stem, leaf and flower
	六道木属 <i>Abelia</i>	太白六道木 <i>A. dielsii</i> (Gaebn.) Rehd.	枝叶花 <sup>2</sup> The stem, leaf and flower
败酱科 Valerianaceae	败酱属 <i>Patrinia</i>	异叶败酱 <i>P. heterophylla</i> Bunge.	全株 <sup>2</sup> The whole
菊科 Asteraceae	蜂斗菜属 <i>Petasites</i>	毛裂蜂斗菜 <i>P. tricholobus</i> Franch.	全株 <sup>2</sup> The whole
	蓍属 <i>Achillea</i>	云南蓍 <i>A. wilsoniana</i> Heimerlex Hand. -Mazz.	全株 <sup>2</sup> The whole
	蒿属 <i>Artemisia</i>	白苞蒿 <i>A. lactiflora</i> Wall. ex DC.	全株 <sup>2</sup> The whole
	毛连菜属 <i>Picris</i>	毛连菜 <i>P. hieracioides</i> Linn.	全株 <sup>2</sup> The whole
	蓝刺头属 <i>Echinops</i>	砂蓝刺头 <i>E. gmelini</i> Turcz.	枝叶花 <sup>1</sup> The stem, leaf and flower
	旋覆花属 <i>Inula</i>	蓼子朴 <i>I. salsoloides</i> (Turcz.) Ostenf.	全株 <sup>1</sup> The whole
	风毛菊属 <i>Saussurea</i>	草地风毛菊 <i>S. amara</i> (Linn.) DC.	全株 <sup>1</sup> The whole
	乳苣属 <i>Mulgedium</i>	乳苣 <i>M. tataricum</i> (Linn.) DC.	全株 <sup>1</sup> The whole
	刺儿菜属 <i>Cirsium</i>	大刺儿菜 <i>C. setosum</i> (willd.) kitam.	全株 <sup>1</sup> The whole
	苦苣菜属 <i>Sonchus</i>	苣荬菜 <i>S. arvensis</i> Linn.	全株 <sup>1</sup> The whole
	鸦葱属 <i>Scorzonera</i>	帚状鸦葱 <i>S. pseudodivariata</i> Lipsch.	全株 <sup>1</sup> The whole
薯蓣科 Dioscoreaceae	薯蓣属 <i>Dioscorea</i>	穿龙薯蓣 <i>D. nipponica</i>	枝叶花 <sup>2</sup> The stem, leaf and flower
百合科 Liliaceae	万寿竹属 <i>Disporum</i>	万寿竹 <i>D. cantoniense</i> (Lour.) Merr.	全株 <sup>2</sup> The whole
	黄精属 <i>Polygonatum</i>	湖北黄精 <i>P. zanlanscianense</i> Pamp.	全株 <sup>2</sup> The whole
	油点草属 <i>Tricyrtis</i>	黄花油点草 <i>T. maculata</i> (D. Don) Machride.	全株 <sup>2</sup> The whole
	葱属 <i>Allium</i>	矮韭 <i>A. anisopodium</i> Ledeb.	全株 <sup>1</sup> The whole
	天门冬属 <i>Asparagus</i>	戈壁天门冬 <i>A. gobicus</i> Ivan. ex Grubov.	全株 <sup>1</sup> The whole
	粉条儿菜属 <i>Aletris</i>	粉条儿菜 <i>A. spicata</i> (Thunb.) Franch.	全株 <sup>2</sup> The whole
天南星科 Araceae	天南星属 <i>Arisaema</i>	一把伞南星 <i>A. erubescens</i> (Wall.) Schott.	全株 <sup>2</sup> The whole
鸢尾科 Iridaceae	射干属 <i>Belamcanda</i>	射干 <i>B. chinensis</i> (Linn.) Redouté.	全株 <sup>1</sup> The whole
莎草科 Cyperaceae	薹草属 <i>Carex</i>	崖棕 <i>C. siderosticta</i> Hance.	全株 <sup>2</sup> The whole
	莎草属 <i>Clinopodium</i>	风车草 <i>C. urticifolium</i> Linn.	全株 <sup>2</sup> The whole
禾本科 Poaceae	沙鞭属 <i>Psammochloa</i>	沙鞭 <i>P. villisa</i> (Trin.) Bor.	全株 <sup>1</sup> The whole

注:1 表示采自内蒙古毛乌素沙漠,2 表示采自秦岭南麓火地塘。

Note:1 indicates collected from Mu Us Desert in Inner Mongolia,2 indicates collected from Huoditang forest region in South Qinling Mountains.

## 1.2 植物粗提物制备

将植物样品于 60 ℃ 烘干后粉碎,放入密封袋中保存备用。将植物粉末与工业丙酮室温下按质量(g)体积(mL)比 1:5 混合,采用超声振荡提取法反复提取 3 次,浓缩后得到植物浸膏,用丙酮配成质量浓度为 1 g/mL 的母液,备用。

## 1.3 供试病原菌

供试黄瓜炭疽病菌 (*Colletotrichum orbiculare*)、番茄灰霉病菌 (*Botrytis cinerea*)、辣椒疫霉病菌 (*Phytophthora capsici*) 均由西北农林科技大学无公害农药研究服务中心提供。供试菌株接种于试管 PDA 斜面上,4 ℃ 冰箱中保存。使用前接种至 PDA 平板表面,25 ℃ 恒温培养 3~4 d 备用。

## 1.4 供试植物提取物的生物活性测定

1.4.1 离体生物活性测定 采用生长速率法<sup>[3]</sup>测定植物丙酮提取物对 3 种供试病原真菌的抑菌活性,即将 3 mL 母液加入到 27 mL PDA 培养基中混匀,使供试植物丙酮提取物质量浓度为 0.1 g/mL。倒入 3 个培养皿(直径为 9 cm)中,作为 3 个重复,以加入等量工业丙酮的灭菌培养基为对照。平板冷却后选取生长一致、直径为 4 mm 的菌饼,菌丝面朝下接入平板。25 ℃ 培养箱中培养,待对照菌落几乎长满全皿,用十字交叉法测量菌落直径,按下式计算抑制率。

菌落直径 = 测量直径 - 4.0 (菌饼直径),

菌丝生长抑制率 =

$$\frac{\text{对照菌落直径} - \text{处理菌落直径}}{\text{对照菌落直径}} \times 100\%。$$

1.4.2 活体生物活性测定 筛选对番茄灰霉病菌抑制率大于 60% 的植物样品,采用黄瓜子叶法<sup>[7-8]</sup>进行活性测定。将供试植物母液用无菌水稀释至 0.1 g/mL 作为供试植物提取液,将新鲜健康黄瓜子叶用体积分数 75% 酒精消毒后在提取液中浸泡 3 min 后取出,置于铺有湿润滤纸的无菌培养皿中,并用接种针在子叶正中扎孔利于病菌侵入<sup>[9]</sup>,最后将培养 4 d 的番茄灰霉病菌菌饼接种在黄瓜子叶正中。设置丙酮溶剂对照、清水对照和 1.8% 辛菌胺醋酸标准药剂对照,每处理设 5 个重复,48 h 后检查结果,计算室内防效。

1.4.3 活体盆栽试验 将黄瓜炭疽病菌在菜豆荚培养基上培养 7~9 d,加入少量无菌水制得孢子悬浮液,用血球计数板计数配制成  $1 \times 10^7$  CFU/mL 的孢子悬浮液<sup>[9-11]</sup>。其中,菜豆荚培养基制作方法如下:取 200 g 豆荚榨汁,加入琼脂 15 g,加水定容至 1

L,分装于试管后灭菌备用。

挑选皿内测试中对黄瓜炭疽病菌抑制率大于 50% 的植物样品进行活体盆栽抑菌试验<sup>[12]</sup>,提取液供试质量浓度为 0.1 g/mL。选取三叶一心期且长势相同的黄瓜幼苗,在早晨用喷雾法将植物提取液均匀喷施在真叶上。24 h 后,将配好的孢子悬浮液均匀涂抹在真叶上,放置在人工气候箱(光照 16 h/d, 2 000 lx, 27 ℃, 80% 湿度)中培养使之感病。设丙酮溶剂对照、清水对照和苯醚甲环唑标准药剂对照,每处理 5 次重复。培养 7 d 后检查结果,调查病斑占叶片面积的百分比并按如下标准分级,然后计算病情指数和室内药效:0 级,无病斑出现;1 级,病斑面积 < 1%;3 级,病斑面积 1%~10%;5 级,病斑面积 10%~25%;7 级,病斑面积 25%~50%;9 级,病斑面积 > 50%。

$$\text{病情指数} = \frac{\sum(\text{各级病叶数} \times \text{各级代表值})}{\text{调查总叶数} \times 9} \times 100;$$

室内药效 =

$$\frac{\text{清水对照病情指数} - \text{处理病情指数}}{\text{清水对照病情指数}} \times 100\%。$$

## 2 结果与分析

### 2.1 85 种植物丙酮提取物对 3 种供试真菌的离体抑菌活性

采用生长速率法测定了 85 种植物丙酮提取物对 3 种供试病原真菌的抑菌活性,表 2 中仅列出了至少对 1 种病原真菌抑制率大于 50% 的 39 种植物的抑菌活性结果。由表 2 可以看出,在 0.1 g/mL 的质量浓度下,对番茄灰霉病菌抑制率达 60% 以上的供试植物样品有 15 种,其中披针叶野决明、蓼子朴、崖棕对番茄灰霉病菌抑制率达到 80% 以上;对辣椒疫霉病菌抑制率达到 60% 以上的供试样品有 12 种,其中披针叶野决明抑制率达 80% 以上;对黄瓜炭疽病菌抑制率达 60% 以上的供试样品有 4 种,其中蓼子朴与异叶败酱抑制率达 70% 以上。

综合比较来看,蓼子朴对 3 种供试真菌在离体条件下的抑制率均达到 65% 以上,披针叶野决明、木姜子、木碱蓬、沙芥、崖棕至少对 2 种真菌的抑制率超过 65%。以上 6 种植物以丙酮为溶剂时抑菌活性较高,但由于本试验所有植物样品仅选用丙酮作为溶剂,可能导致小檗、湖北黄精等抑菌物质极性较小的植物抑菌活性较低。同时,由于采集量较少未对植物样品分不同部位进行抑菌活性研究,造成松潘乌头、穿龙薯蓣等活性成分集中在根部的植物

由于用全株进行测试而导致其抑菌效果下降。

表 2 39 种植物丙酮提取物对 3 种供试病原真菌的抑制率

Table 2 Inhibition rates of 39 plant acetone extracts against tested plant pathogenic fungi

%

植物样品 Tested plant	番茄灰霉病菌 <i>B. cinerea</i>	辣椒疫霉病菌 <i>P. capsici</i>	黄瓜炭疽病菌 <i>C. orbiculare</i>	植物样品 Tested plant	番茄灰霉病菌 <i>B. cinerea</i>	辣椒疫霉病菌 <i>P. capsici</i>	黄瓜炭疽病菌 <i>C. orbiculare</i>
沙生蝇子草 <i>S. olgiana</i>	72.36	28.27	29.23	山羊角芹 <i>A. alpestre</i>	61.31	55.65	34.31
沙芥 <i>P. cornutum</i>	67.15	73.59	21.42	鹅绒藤 <i>C. chinense</i>	54.61	62.82	43.27
木姜子 <i>L. pungens</i>	64.58	68.03	54.44	蒙古莜 <i>C. mongholica</i>	56.44	63.08	61.54
麻黄 <i>E. sinica</i>	75.96	18.97	53.01	花锚 <i>H. eliptica</i>	70.87	51.63	54.26
木碱蓬 <i>S. dendroides</i>	68.35	67.00	61.54	风车草 <i>C. urticifolium</i>	60.09	62.93	12.17
蒙古虫实 <i>C. mongolicum</i>	77.95	53.33	30.77	脓疮草 <i>P. alaschanica</i>	37.50	60.11	56.83
蝇虫实 <i>C. declinatum</i>	55.64	24.36	18.46	太白六道木 <i>A. dielsii</i>	65.38	58.17	34.88
驴蹄草 <i>C. palustris</i>	47.02	53.87	31.87	异叶败酱 <i>P. heterophylla</i>	33.73	54.78	76.64
小檗 <i>B. amurensis</i>	19.68	50.49	18.98	白苞蒿 <i>A. lactiflora</i>	64.88	62.80	52.55
长穗小檗 <i>B. dolichobotrys</i>	59.15	39.16	18.48	藜子朴 <i>I. salsoloides</i>	85.79	68.21	84.15
金丝桃 <i>H. monogynum</i>	38.99	51.19	18.98	草地风毛菊 <i>S. amara</i>	53.28	38.67	47.69
苍耳七 <i>P. wightiana</i>	58.75	54.52	37.50	矮韭 <i>A. anisopodium</i>	78.96	31.28	51.91
托叶櫻桃 <i>P. stipulacea</i>	53.57	63.50	35.77	戈壁天冬 <i>A. gobicus</i>	51.55	52.80	23.67
多花木蓝 <i>I. amblyantha</i>	52.68	35.12	25.06	粉条菜 <i>A. spicata</i>	50.70	61.98	22.10
披针叶野决明 <i>T. lanceolata</i>	81.01	89.67	57.38	崖棕 <i>C. siderosticta</i>	80.99	69.58	39.80
砂珍珠豆 <i>O. psamocharis</i>	52.50	41.95	0	骆驼蓬 <i>P. harmala</i>	50.11	54.13	45.77
兴安胡枝子 <i>L. davurica</i>	55.56	38.93	24.62	骆驼蒿 <i>S. collina</i>	62.57	53.85	37.31
狭叶青海大戟 <i>E. kozlowii</i>	58.40	43.73	40.77	白刺 <i>N. tangutorum</i>	67.89	46.13	56.28
红砂 <i>R. soongarica</i>	21.94	40.01	55.57	多裂骆驼蓬 <i>P. multisectum.</i>	45.08	48.72	43.90
北芸香 <i>H. dauricum</i>	58.21	52.82	21.96				

注:①供试样品质量浓度均为 0.1 g/mL;②每处理均重复 3 次,表中数据为 3 次重复的平均值。下表同。

Notes:①The concentration of tested plant extract is 0.1 g/mL;②Every treat is repeated by 3 times,and the inhibitory rate is the average of 3 replications. The same below.

## 2.2 15 种植物丙酮提取物对番茄灰霉病的活体抑菌活性

挑选对番茄灰霉病菌皿内抑制率大于 60% 的 15 种供试植物的丙酮提取物,采用黄瓜子叶法测定其对番茄灰霉病的室内药效。结果(表 3)表明,蓼子朴、崖棕、木姜子、披针叶野决明对番茄灰霉病的药效达到 50% 以上,其中蓼子朴的药效达到 77.14%。风车草等植物在活体和离体条件下对番茄灰霉病的抑菌活性差异较大,可能原因是黄瓜子叶对这些植物有效成分的吸收效率存在差异,从而导致其对病原菌的抑制效果降低。

## 2.3 13 种植物丙酮提取物对黄瓜炭疽病的活体抑菌活性

挑选对黄瓜炭疽病菌皿内抑制率大于 50% 的 13 种植物,通过盆栽试验测定其对黄瓜炭疽病的活体抑菌活性。结果(表 4)表明,蓼子朴、脓疮草、白苞蒿、木碱蓬、木姜子、麻黄 6 种植物的丙酮提取物对黄瓜炭疽病的药效均在 50% 以上,而披针叶野决明等 7 种植物在活体条件下药效均低于 50%。披针叶野决明等植物样品在离体和活体抑菌活性测试中活性差异较大,原因可能是黄瓜叶片对这些植物有效成分的内吸效果不佳,同时不同样品在叶片表

面的附着性有差异也会导致抑菌效果的降低。

表 3 15 种植物丙酮提取物对番茄灰霉病的室内药效结果

Table 3 The control effects of 15 plant acetone extracts against *Botrytis cinerea*

供试植物 Tested plant	室内药效/% Control effect	供试植物 Tested plant	室内药效/% Control effect
蓼子朴 <i>I. salsoloides</i>	77.14	白苞蒿 <i>A. lactiflora</i>	32.14
崖棕 <i>C. siderosticta</i>	61.43	花锚 <i>H. elliptica</i>	26.79
木姜子(皮) <i>L. pungens</i> (Bark)	57.23	骆驼蒿 <i>P. nigellastrum</i>	25.00
木姜子 <i>L. pungens</i>	55.36	白刺 <i>N. angutorum</i>	21.43
披针叶野决明 <i>T. lanceolata</i>	52.86	蒙古虫实 <i>C. mongolicum</i>	19.64
沙生蝇子草 <i>S. olgiana</i>	41.07	山羊角芹 <i>A. alpestre</i>	17.86
矮韭 <i>A. anisopodium</i>	39.29	风车草 <i>C. urtici folium</i>	12.50
麻黄 <i>E. sinica</i>	37.50	辛菌胺醋酸盐 Xinjunan acetate aqueous	85.30
太白六道木 <i>A. dielsii</i>	35.71		

表 4 13 种植物丙酮提取物对黄瓜炭疽病的活体盆栽试验结果

Table 4 The control effects of 13 plant acetone extracts against *Colletotrichum orbiculare* in potted plant materials

供试植物 Tested plant	室内药效/% Control effect	供试植物 Tested plant	室内药效/% Control effect
蓼子朴 <i>I. salsoloides</i>	71.00	白刺 <i>N. angutorum</i>	35.90
脓疮草 <i>P. alaschanica</i>	61.54	异叶败酱 <i>P. heterophylla</i>	35.90
白苞蒿 <i>A. lactiflora</i>	56.41	花锚 <i>H. elliptica</i>	35.90
木碱蓬 <i>S. dendroides</i>	56.41	蒙古莢 <i>C. mongholica</i>	30.77
木姜子 <i>L. pungens</i>	56.41	矮韭 <i>A. Anisopodium</i>	30.77
麻黄 <i>E. sinica</i>	51.28	披针叶野决明 <i>T. lanceolata</i>	25.64
红砂 <i>R. soongarica</i>	46.15	苯醚甲环唑 Difenoconazole	76.92

### 3 结论与讨论

本研究采用离体与活体相结合的方法,测定了 38 科 85 种植物的丙酮提取物对番茄灰霉病菌、辣椒疫霉病菌和黄瓜炭疽病菌的抑菌活性,发现 0.1 g/mL 剂量下,蓼子朴、披针叶野决明、崖棕的丙酮提取物至少对 2 种供试病原菌在离体或活体条件下表现出较好的抑菌活性。

披针叶野决明、崖棕抑菌活性有必要进一步研究。测试结果表明,在 0.1 g/mL 剂量下,披针叶野决明、崖棕的丙酮提取物在活体与离体条件下对番茄灰霉病菌的抑制率均大于 50%,同时对辣椒疫霉病菌在离体条件下的抑制率均大于 65%,而对黄瓜炭疽病菌的离体和活体抑制率较低。魏启华等<sup>[13]</sup>发现,从披针叶野决明中分离得到的鹰爪豆碱,对松梢病菌和灰葡萄孢菌的孢子萌发具有较好的抑制作用,但并未见到其对番茄灰霉病菌等蔬菜病菌抑菌活性方面的研究。崖棕是莎草科薹草属植物,杨波等<sup>[14]</sup>发现,崖棕 70% 乙醇提取物石油醚段主要含胡萝卜苷、 $\beta$ -谷甾醇等脂溶性成分,但并未见到对崖棕中农用抑菌活性成分的分离研究。

本研究结果表明,蓼子朴值得进一步开发为新型植物源杀菌剂。测试结果显示,在 0.1 g/mL 剂

量下,蓼子朴丙酮提取物对番茄灰霉病菌、黄瓜炭疽病菌在离体和活体条件下的抑制作用均大于 70%。本试验中蓼子朴抑菌活性的研究结果与李玉平等<sup>[15]</sup>的研究结果相一致。扈晓佳<sup>[16]</sup>从蓼子朴中分离得到了 32 种化合物,主要为倍半萜类和黄酮类成分,发现具有五元含氧内酯环结构的化合物具有一定的细胞毒性,但并未见到其农用抑菌成分的追踪报道。

本试验仍然存在以下不足可能导致漏筛:(1)试验在进行皿内抑制率测定的同时,增加黄瓜子叶法与盆栽试验来进一步验证在不同作用条件下提取物的抑菌活性,但由于 3 种供试真菌均可产孢,并未研究植物提取物对孢子萌发率的抑制作用。(2)样品烘干处理时,60 °C 温度可能导致部分植物的有效成分发生分解。(3)采集量较少直接导致无法研究每个样品根、茎、叶、花、果等不同部位的抑菌活性,全株处理后混合测定势必造成其活性的下降。(4)本研究仅测试了植物样品丙酮提取物的抑菌活性,而没有测试其他溶剂提取物的抑菌活性。

#### [参考文献]

- [1] 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.  
Feng J T, Shi Y Q, Zhang X. Screening studies on fungistasis of

- 56 plant extracts [J]. Journal of Northwest A&F University (Natural Science Edition), 2001, 29(2): 65-68.
- [2] 冯俊涛,祝木金,于平儒,等. 西北地区植物源杀菌剂初步筛选 [J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2002, 30(6): 129-133, 137.  
Feng J T, Zhu M J, Yu P R, et al. Screening on the resources of botanical fungicides in Northwest China [J]. Journal of Northwest A&F University (Natural Science Edition), 2002, 30(6): 129-133, 137.
- [3] 于志同,韩立荣,吴 华,等. 34 种植物丙酮提取物抑菌活性的初步筛选 [J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2012, 40(9): 72-76, 82.  
Yu Z T, Han L R, Wu H, et al. Preliminary fungistasis screening of 34 plants extract [J]. Journal of Northwest A&F University (Natural Science Edition), 2012, 40(9): 72-76, 82.
- [4] 曹冬煦,薛广厚,啜文婷,等. 植物提取物对瓜类枯萎病菌的抑菌活性 [J]. 中国蔬菜, 2012, 9(8): 85-89.  
Cao D X, Xue G H, Chuo W T, et al. Inhibition effects of plant extracts against *Fusarium oxysporum* [J]. China Vegetables, 2012, 9(8): 85-89.
- [5] 袁高庆,黎起秦,王 静,等. 抑制植物病原细菌的植物筛选 [J]. 植物保护, 2010, 36(4): 184-187.  
Yuan G Q, Li Q Q, Wang J, et al. Screening of plants for antimicrobial activity to phytopathogenic bacteria [J]. Plant Protection, 2010, 36(4): 184-187.
- [6] 李玉平,冯俊涛,邵红军,等. 25 种菊科植物提取物对 3 种植物病原菌的药效试验 [J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2003, 31(4): 123-126.  
Li Y P, Feng J T, Shao H J, et al. 25 species compositae plants against three kinds of pathogen [J]. Journal of Northwest A&F University (Natural Science Edition), 2003, 31(4): 123-126.
- [7] 李树正,张素华,刘淑芬,等. 黄瓜子叶法筛选蔬菜灰霉病杀菌剂的研究 [J]. 华北农学报, 1991, 6(3): 94-99.  
Li S Z, Zhang S H, Liu S F, et al. Screening of fungicides against *Botrytis cinerea* in cucumber cotyledon method [J]. Acta Agriculturae Boreali-Sinica, 1991, 6(3): 94-99.
- [8] Birchmore R J, Forster B. Frac methods for monitoring the sensitivity of *Botrytis cinerea* to anilino pyrimidine fungicides [J]. EPPO Bulletin, 1996, 26(1): 181-197.
- [9] 刘婷婷,谷医林,杨铁顺,等. 口红吊兰菌核病病原鉴定及其生物学特性分析 [J]. 植物保护学报, 2016, 43(4): 573-579.  
Liu T T, Gu Y L, Yang T S, et al. Identification and characterization of the pathogen of *Sclerotinia* rot of *Aeschynanthus pulche* [J]. Journal of Plant Protection, 2016, 43(4): 573-579.
- [10] 毛爱军,胡 洽,耿三省. 辣椒炭疽病抗病性鉴定技术及利用 [J]. 华北农学报, 2004, 19(2): 87-91.  
Mao A J, Hu Q, Geng S S. Studies on the inoculation technique for resistant varieties of pepper to anthracnose and the application [J]. Acta Agriculturae Boreali-Sinica, 2004, 19(2): 87-91.
- [11] 谢双大,朱天圣,陈桂珍,等. 黄瓜抗炭疽病的苗期人工接种鉴定方法研究初报 [J]. 中国蔬菜, 1988(1): 28-30.  
Xie S D, Zhu T S, Chen G Z, et al. The study of artificial inoculation method about *Colletotrichum orbiculare* [J]. China Vegetables, 1988(1): 28-30.
- [12] Chen Y, Dai G. Antifungal activity of plant extracts against *Colletotrichum lagenarium*, the causal agent of anthracnose in cucumber [J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2012, 92(9): 1937-1943.
- [13] 魏启华,赵博光,郭道森. 披针叶黄华中抑制植物病原真菌物质的分离鉴定 [J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2001, 25(5): 85-88.  
Wei Q H, Zhao B G, Guo D S. Isolation and identification of a compound from *Thermopsis lanceolate* to inhibit plant pathogenic fungi [J]. Journal of Nanjing Forestry University (Natural Sciences Edition), 2001, 25(5): 85-88.
- [14] 杨 波,计 莹,殷学治,等. 宽叶苔草脂溶性化学成分研究 [J]. 时珍国医国药, 2007, 18(9): 2202-2203.  
Yang B, Ji Y, Yin X Z, et al. Studies on the fat-soluble chemical constituents of *Carex siderosticta* [J]. Lishizhen Medicine and Materia Medica Research, 2007, 18(9): 2202-2203.
- [15] 李玉平,慕小倩,冯俊涛,等. 几种菊科植物杀菌活性的初步研究 [J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2002, 30(1): 68-72.  
Li Y P, Mu X Q, Feng J T, et al. Primary study on the fungicidal activity of compositae plants [J]. Journal of Northwest A&F University (Natural Science Edition), 2002, 30(1): 68-72.
- [16] 扈晓佳. 四种药用植物的化学成分及活性研究 [D]. 上海: 上海交通大学, 2009.  
Hu X J. Studies on bio-active constituents of four medicinal plants [D]. Shanghai: Shanghai Jiaotong University, 2009.