

引用格式:

贾正燕, 王昌梅, 张啸, 赵兴玲, 吴凯, 尹芳, 杨斌, 梁承月, 张无敌. 8 种中药水提液对尖孢镰刀菌的抑制效果[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2022, 48(4): 454–459.

JIA Z Y, WANG C M, ZHANG X, ZHAO X L, WU K, YIN F, YANG B, LIANG C Y, ZHANG W D. Antifungal effects of water extracts from 8 kinds of Chinese medicines on *Fusarium oxysporum*[J]. Journal of Hunan Agricultural University(Natural Sciences), 2022, 48(4): 454–459.

投稿网址: <http://xb.hunau.edu.cn>



8 种中药水提液对尖孢镰刀菌的抑制效果

贾正燕¹, 王昌梅^{1,2}, 张啸³, 赵兴玲^{1,2}, 吴凯^{1,2}, 尹芳^{1,2}, 杨斌¹, 梁承月¹, 张无敌^{1,2*}

(1.云南师范大学能源与环境科学学院, 云南 昆明 650500; 2.吉林东晟生物质能工程研究院, 吉林 通化 134118;
3.云南康艺三七种植有限公司, 云南 昆明 650032)

摘 要: 为减少三七根腐病的发生, 尝试采用 8 种中药(姜黄、茵陈、金银花、马齿苋、黄芩、紫花地丁、黄连、黄柏)水提液对三七根腐病原菌尖孢镰刀菌进行抑制, 采用二倍稀释法测定 8 种中药对尖孢镰刀菌的最小抑菌浓度, 采用生长速率法测定中药水提液对尖孢镰刀菌的抑菌活性。结果表明: 8 种中药水提液对尖孢镰刀菌均有抑制效果, 其中, 金银花水提液对尖孢镰刀菌的抑菌效果最佳, 最大抑菌率可达 75%, EC_{50} 最小, 为 5.55 mg/mL; 黄连、金银花、黄芩对尖孢镰刀菌的 $MIC \leq 1$ mg/mL, 说明其对尖孢镰刀菌的有效起始抑菌浓度较低。

关 键 词: 三七根腐病; 中药水提液; 尖孢镰刀菌; 毒力; 抑菌活性

中图分类号: S435.67

文献标志码: A

文章编号: 1007-1032(2022)04-0454-06

Antifungal effects of water extracts from 8 kinds of Chinese medicines on *Fusarium oxysporum*

JIA Zhengyan¹, WANG Changmei^{1,2}, ZHANG Xiao³, ZHAO Xingling^{1,2}, WU Kai^{1,2},

YIN Fang^{1,2}, YANG Bin¹, LIANG Chengyue¹, ZHANG Wudi^{1,2*}

(1.School of Energy and Environmental Science, Yunnan Normal University, Kunming, Yunnan 650500, China; 2.Jilin Dongsheng Biomass Energy Engineering Research Institute, Tonghua, Jilin 134118, China; 3.Yunnan Kangyi Sanqi Planting Co. Ltd, Kunming, Yunnan 650032, China)

Abstract: In order to reduce the occurrence of root rot of *Panax notoginseng*(*P. notoginseng*), the water extracts of 8 traditional Chinese medicines(*Curcuma longa*, *Artemisia capillaris*, *Lonicerae japonicae*, *Portulaca oleracea*, *Scutellaria baicalensis*, *Viola yedoensis*, *Coptis chinensis*, *Phellodendron chinense*) were used to inhibit *Fusarium oxysporum*(*F. oxysporum*), one of the pathogens of root rot of *P. notoginseng*. The minimum inhibitory concentration(MIC) of 8 traditional Chinese medicines against *F. oxysporum* was determined by double dilution method, and the antifungal activity of water extracts of Chinese medicines against *F. oxysporum* was determined by growth rate method. The results showed that the water extracts of 8 kinds of traditional Chinese medicines had inhibitory effects on *F. oxysporum*. Among them, the water extract of *L. japonicae* has the best fungicidal effect on *F. oxysporum*, the maximum fungicidal rate was 75% and the EC_{50} was the lowest being 5.55 mg/mL. *Coptis chinensis*, *Lonicerae japonicae* and *Scutellaria baicalensis* all showed $MIC \leq 1$ mg/mL against *F. oxysporum*, indicating their effective initial antifungal concentration against *F. oxysporum* was low.

收稿日期: 2021-07-15

修回日期: 2022-06-01

基金项目: 云南省发展改革委员会万人计划产业技术领军人才项目(20191096); 吉林省科学技术厅项目(20200402099NC、20200403010SF); 云南省科学技术厅国际科技合作专项(202003AF140001)

作者简介: 贾正燕(1997—), 女, 云南永善人, 硕士研究生, 主要从事生物质能利用研究, 2877616139@qq.com; *通信作者, 张无敌, 研究员, 主要从事生物质能与环境工程研究, wootichang@163.com

Keywords: root rot of *Panax notoginseng*; water extract of Chinese medicine; *Fusarium oxysporum*; virulence; antifungal activity

三七(*Panax notoginseng*)的土传病害主要是根腐病,严重时发病率可达到 70%以上,造成三七植株连片死亡,甚至绝收^[1]。三七根腐病的发病植株症状多样,主要表现为黄腐型、髓烂型、干裂型、湿腐型、急性青枯型、茎基干枯型等^[2]。研究表明,三七根腐病的致病机制较为复杂,病原菌主要是真菌、假单胞菌和线虫^[3]。恶疫霉(*Phytophthora cactorum*)、尖孢镰刀菌(*Fusarium oxysporum*)、腐皮镰孢菌(*Fusarium solani*)、草茎点霉(*Phoma herbarum*)、立枯丝核菌(*Rhizoctonia colani*)、毁灭柱孢(*Cylindrocarpon destructans*)等是三七根腐病的致病菌^[4-5]。尖孢镰刀菌寄主范围广,还可引起香蕉、棉花、玉米等 100 多种植物的枯萎病^[6]。

目前,对三七根腐病的防治仍以土壤熏蒸或采用化学药剂灌根等方法为主,但化学药品残留对人类生活及环境造成危害。生物防治具有安全、高效、绿色等优点,越来越受各界学者关注。马玉楠^[7]研究发现,黄花蒿叶甲醇提取物能有效降低尖孢镰刀菌的孢子活力,从而降低孢子萌发率,抑制其产孢量和菌丝生长。一定浓度的黄花蒿石油醚提取物可有效防控三七植株的发病率。金晶^[8]研究发现,中药与厚朴酚联合具有较好抗真菌活性,对白色念珠菌的最低抑菌活性表现出协同作用。BAKKALI 等^[9]研究发现,植物精油可通过破坏真菌生物膜系统来降低真菌稳定性,导致细胞内环境紊乱,抑制病原真菌生长。崔蕾等^[10]研究发现,黄柏等 12 种中药对玉竹根腐病病原菌表现出较强的抑制作用,抑菌率高于 50%多菌灵 800 倍液。以上研究表明,植物提取物对根腐病具有一定的抑制效果,有替代化学防治来实现作物生产可持续发展的潜力。

在土壤中加入适宜的植物源药液,不仅能抑制植物病原菌对植物生长过程中的侵害,还可促进土壤中养分循环,改善土壤微生物结构,减少化肥农药的使用,保障三七的可持续种植以及病害防治的安全性^[11]。吴晶^[12]发现黄连、黄柏、金银花、紫花地丁、马齿苋、姜黄、黄芩对不同真菌有不同的抑制效果,黄柏水提液均能抑制多种致病性皮肤癣菌;黄连水提液对紫色毛癣菌、白念珠菌、絮状表皮癣菌等 14 种皮肤真菌有抑制作用;黄芩对白念珠菌和新生隐球菌均有较好的抑制效果。笔者以黄

连、黄柏、茵陈、金银花、马齿苋、紫花地丁、黄芩、姜黄 8 种中药为原料,采用二倍稀释法和生长速率法研究了 8 种中药水提液对三七根腐病原菌尖孢镰刀菌的抑制效果,对 8 种中药水提液对尖孢镰刀菌的体外抑菌活性进行了探究,同时测定了其最低抑菌浓度(MIC)并进行毒力分析,以期为三七根腐病的防治以及生物农药的开发提供依据。

1 材料与方法

1.1 材料

尖孢镰刀菌(*Fusarium oxysporum*)分离自云南文山三七根腐病病样,由云南省农村能源重点实验室提供。

黄连、黄柏、茵陈、金银花、马齿苋、黄芩、姜黄、紫花地丁等 8 种中药材均由市场购得。

1.2 方法

1.2.1 中药水提液的制备

将各中药烘干,剪成 0.5 cm 左右的小段。各中药分别称取 10 g,分别加入 150 mL 无菌水煮沸,小火熬煮 30 min,待冷却后抽滤。将所得滤液用旋转蒸发仪在 65 °C 下减压浓缩,制成浸膏,无菌蒸馏水定容至 10 mL,制成 1 g/mL 的中药水提液,置于 4 °C 冰箱,备用。

1.2.2 中药水提液对尖孢镰刀菌的最小抑菌浓度(MIC)及毒力测定

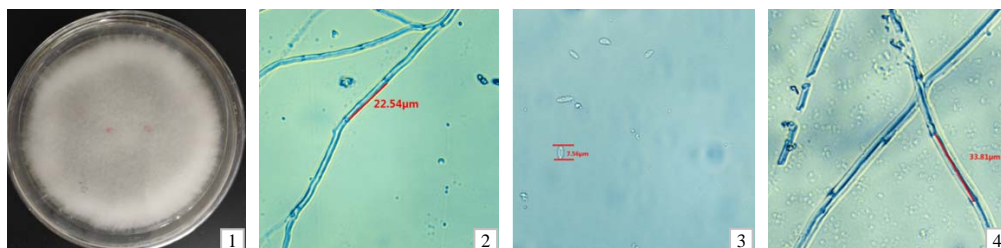
取 1 g/mL 的中药水提液,采用生长速率法^[13]测定 8 种中药水提液对尖孢镰刀菌菌丝生长的抑菌率。用二倍稀释法将 1 g/mL 的中药水提液分别配制成质量浓度分别为 500.00、250.00、125.00、62.50、31.25、15.63、7.81、3.91、1.95 和 0.98 mg/mL 溶液,分别量取 0.1 mL 加入马铃薯琼脂糖培养基(PDA)表面,制作加药培养基。对照组在 PDA 培养基中加入 0.1 mL 无菌水。再用直径为 9 mm 的无菌打孔器从培养好的供试菌种均匀截取直径为 9 mm 的菌块,空白组直接放菌块,培养 4 d。采用交叉法^[14]测量培养 1、2、3、4 d 时各处理组尖孢镰刀菌的菌落直径,最小抑菌浓度计算所得抑菌率^[15]即为最小抑菌率。统计分析得到不同中药水提液对尖孢镰刀菌的毒力方程、抑制中浓度 EC₅₀。

1.3 数据分析

试验数据采用 Origin 2017、Excel 2010 和 SPSS 24.0 进行处理并分析。

2 结果与分析

尖孢镰刀菌在 PDA 培养基上培养 7 d, 菌落呈



1 菌落形态; 2 菌丝体形态; 3 孢子; 4 药物作用后的菌丝体。

图 1 尖孢镰刀菌的形态

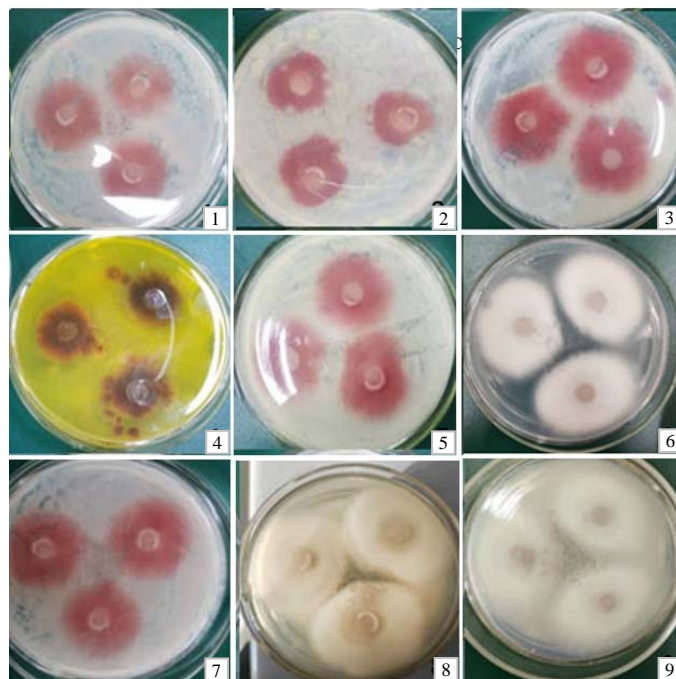
Fig. 1 Microscopic observation of *F. oxysporum*

2.1 中药水提液对尖孢镰刀菌的抑制作用

由图 2 可以看出, 随着中药水提液质量浓度的降低, 尖孢镰刀菌菌圈直径越大, 说明中药水提液对尖孢镰刀菌的菌丝生长抑制效果逐渐减弱。500 mg/mL(图 2-1、图 2-4、图 2-7)时, 各中药水提液对尖孢镰刀菌的菌圈生长具有较明显的抑制作用,

圆形(图 1-1), 平均直径为 80 mm; 菌落突起、呈絮状, 白色、浅粉色或肉色, 略带紫色; 菌丝呈柔毛状, 菌丝丰富, 表面光滑(图 1-2); 孢子多为镰刀形或椭圆形(图 1-3)。将尖孢镰刀菌与中药共同培养 4 d 后, 尖孢镰刀菌的菌丝出现缢缩分支, 且菌丝体断裂(图 1-4)。

随着浓度降低, 各中药水提液对尖孢镰刀菌的抑制效果减弱。与对照相比, 金银花水提液(图 2-3)处理可有效抑制尖孢镰刀菌菌圈生长, 黄连水提液(图 2-6)在低浓度时对尖孢镰刀菌抑制效果减弱, 而紫花地丁水提液(图 2-8、图 2-9)在低浓度时对尖孢镰刀菌的生长呈现微弱的促进作用。



1 500 mg/mL 金银花作用; 2 15.63 mg/mL 金银花作用; 3 0.98 mg/mL 金银花作用; 4 500 mg/mL 黄连作用; 5 15.63 mg/mL 黄连作用; 6 0.98 mg/mL 黄连作用; 7 500 mg/mL 紫花地丁作用; 8 15.63 mg/mL 紫花地丁作用; 9 0.98 mg/mL 紫花地丁作用。

图 2 8 种中药水提液对尖孢镰刀菌菌圈生长的抑制

Fig. 2 Inhibition of different concentrations of water extract from Chinese medicine on the growth of *F. oxysporum*

如表 1 所示, 随着中药水提液质量浓度降低, 对尖孢镰刀菌的抑制效果均显著下降。其中, 马齿

苋、金银花对尖孢镰刀菌的抑制效果最佳, 培养 4 d 时, 对尖孢镰刀菌的最大抑菌率均为 76.44%; 黄连

质量浓度为 500、250、125 mg/mL 时,对尖孢镰刀菌有较好的抑制效果,抑菌率分别达 71.73%、71.20%、68.06%;姜黄、茵陈、黄芩、黄连、马齿苋水提液处理尖孢镰刀菌的菌丝生长均随培养时间增加,抑菌率显著增大,抑菌效果显著增强,4 d 时最大抑菌率分别为 67.28%、56.28%、57.59%、71.73%、76.44%。黄柏在 2 d 时抑菌率达最大,最大抑菌率为 59.03%;紫花地丁在 3 d 时抑菌率达最大,最大抑菌率为 18.69%。此外,各中药对尖孢镰刀菌的抑制效果呈现高浓度抑制,低浓度促进生长的趋势。

表 1 8 种中药水提液对尖孢镰刀菌的抑菌率

Table 1 Fungal inhibition rate of water extracts from 8 kinds of traditional Chinese medicines against <i>F. oxysporum</i>							
中药	时间/d	抑菌率/%					
		500.00 mg/mL	250.00 mg/mL	125.00 mg/mL	62.50 mg/mL	31.25 mg/mL	15.63 mg/mL
黄连	1	(28.13±1.05)Dab	(27.34±2.15)Dbc	(25.78±1.55)Dc	(29.69±1.55)Ca	(29.69±1.55)Aa	(29.69±1.55)ABa
	2	(58.15±4.18)Ca	(57.27±2.18)Ca	(55.95±1.05)Ca	(39.65±2.73)Ab	(31.72±1.86)Ac	(31.72±2.03)Ac
	3	(68.05±3.12)Ba	(65.81±1.12)ABab	(64.22±3.12)ABab	(39.30±1.12)Ac	(32.27±5.12)Ad	(32.27±5.12)Ad
	4	(71.73±1.92)Aa	(71.20±2.92)Aa	(68.06±3.92)Aab	(35.86±2.92)ABc	(28.53±4.31)ABd	(28.53±4.31)ABd
黄芩	1	(27.34±1.16)Db	(27.34±1.16)Db	(20.31±0.98)Dc	(29.69±2.53)Da	(29.69±2.53)CDa	(29.69±2.53)Aa
	2	(47.14±2.76)Ca	(43.61±0.92)Cb	(39.65±0.76)Cc	(33.04±0.94)Cd	(31.72±0.61)Ce	(19.82±0.86)Df
	3	(50.48±0.89)Ba	(48.88±1.64)Bb	(41.53±0.63)Bc	(37.70±1.56)Bd	(37.06±0.85)Bd	(22.68±1.12)Ce
	4	(57.59±1.67)Aa	(56.02±2.56)Aab	(44.24±0.85)Ac	(44.50±1.37)Ac	(43.72±0.08)Ac	(26.70±1.56)ABd
茵陈	1	(10.16±2.03)Da	(0.78±0.36)De	—	(6.25±0.33)Bb	(6.25±0.82)Cb	(3.91±0.57)Dc
	2	(35.24±1.84)Cc	(37.4±0.77)Cb	(43.61±0.00)Ba	(6.61±0.08)Bg	(8.37±0.00)Bf	(10.57±0.00)Be
	3	(46.65±0.45)Bbc	(47.28±0.48)Bb	(54.63±0.00)Aa	(4.79±0.17)Ch	(6.71±1.47)Cf	(7.99±0.15)Cef
	4	(56.28±0.73)Aa	(54.19±0.92)Ab	(53.66±0.89)Ab	(24.08±0.48)Ac	(20.68±1.39)Ad	(14.14±0.00)Ae
金银花	1	(29.69±1.45)Da	(29.69±1.45)Da	(29.69±1.45)Da	(29.69±1.45)Ca	(27.34±0.00)Cc	(28.13±1.46)Dab
	2	(60.35±0.69)Ca	(60.35±0.69)Ca	(54.63±0.58)Cb	(54.63±0.03)Bb	(47.14±0.57)Bd	(49.34±1.37)Cb
	3	(70.29±0.79)Bb	(71.25±0.83)Ba	(59.42±0.39)Bd	(62.62±0.26)Ac	(55.91±0.87)Ae	(58.47±1.26)Ad
	4	(74.61±1.08)Ab	(76.44±0.27)Aa	(63.35±0.49)Ac	(62.04±0.15)Ad	(56.28±0.26)Ae	(54.97±1.11)Bf
马齿苋	1	(29.69±1.45)Da	(29.69±1.45)Da	(29.69±1.45)Da	(29.69±1.45)Da	(28.13±1.04)Db	(27.34±0.00)Bb
	2	(60.35±0.69)Ca	(60.35±0.69)Ca	(59.03±0.00)Cb	(48.46±1.55)Cc	(40.53±1.73)BCd	(37.44±0.45)Ae
	3	(71.25±2.03)Ba	(70.29±0.09)Ba	(69.65±0.28)Ba	(49.84±1.28)BCb	(39.30±1.58)Cc	(36.74±0.37)Ad
	4	(76.44±1.11)Aa	(75.65±1.89)Aa	(74.61±0.37)Aa	(52.36±2.04)Ab	(42.93±0.58)Ac	(37.96±0.25)Ad
姜黄	1	(29.69±1.45)Da	(25.78±2.85)Db	(25.78±1.53)Db	(29.69±2.53)Da	(29.69±2.53)Da	(29.69±2.53)Da
	2	(55.95±1.54)Ca	(52.42±3.07)Cbc	(51.54±2.75)Cc	(56.83±3.57)BCa	(54.63±2.64)Aab	(50.22±2.94)Ac
	3	(63.26±3.05)Ba	(61.66±0.82)Bb	(60.06±0.54)Ac	(60.06±0.54)Ac	(48.24±4.03)Bd	(45.67±2.20)Be
	4	(67.28±0.50)Aa	(67.28±0.09)Aa	(58.90±0.87)Bb	(54.97±2.85)ABc	(43.72±2.68)Cd	(41.62±0.95)Cde
黄柏	1	(29.69±1.45)Da	(29.69±1.45)Ca	(29.69±1.45)Ba	(29.69±1.45)Ca	(29.69±1.45)Ca	(29.69±1.45)Ba
	2	(59.03±0.97)Aa	(42.73±1.23)Ab	(38.33±1.28)Aef	(41.41±0.11)Ac	(39.65±0.00)Ae	(40.53±1.04)Acd
	3	(39.30±1.45)Ba	(32.27±0.97)Bd	(23.96±1.63)Cf	(33.55±0.46)Bbc	(34.50±0.56)Bb	(40.26±1.63)Aa
	4	(34.03±1.02)Ca	(29.84±0.45)Cb	(28.80±0.77)Bc	(28.80±0.73)Cc	(27.23±0.62)Dd	(21.99±1.55)Ce
紫花地丁	1	(0.00±0.99)d	(3.76±0.87)Cab	(4.51±1.86)Da	(2.26±0.47)c	(2.26±0.47)c	(2.26±0.47)c
	2	(9.57±0.57)Ca	(10.00±0.65)Ba	(10.00±0.95)Ba	—	—	—
	3	(18.69±0.78)Aa	(11.48±0.39)Ab	(18.03±1.66)Aa	—	—	—
	4	(13.71±0.82)Ba	(11.43±0.91)Ab	(9.14±0.48)BCc	—	—	—

中药	时间/d	抑菌率/%				
		7.81 mg/mL	3.91 mg/mL	1.95 mg/mL	0.98 mg/mL	CK
黄连	1	(29.69±1.55)Ba	(8.59±1.55)Cd	(4.69±1.55)De	(3.91±0.58)Be	(1.07±1.33)Bf
	2	(32.60±0.76)Ac	(15.74±2.16)Bd	(10.64±0.49)Ce	(6.38±1.73)Af	(2.73±0.05)Ag
	3	(30.67±3.12)ABde	(35.50±3.12)Acd	(34.02±5.12)Bcd	—	(3.12±1.05)Af
	4	(28.01±2.12)BCd	(34.55±2.92)Acd	(39.09±0.94)Ac	(0.45±0.76)Ce	(2.26±1.58)Ae
黄芩	1	(29.69±2.53)Aa	(6.25±2.07)Bc	(6.25±2.31)Bc	(4.69±1.62)Ad	(1.07±1.33)Be
	2	(17.62±1.55)Dfg	(19.19±2.34)Af	(5.53±0.52)Bh	(4.26±0.44)Ai	(2.73±0.05)Ag
	3	(22.36±1.64)Ce	(18.05±1.87)Af	(0.30±0.54)Ch	(0.89±0.75)Ch	(3.12±1.05)Ag
	4	(24.87±1.06)Be	(19.32±1.63)Af	(9.55±1.68)Ad	(1.82±1.01)BCh	(2.26±1.58)Ah
茵陈	1	(2.34±0.00)Dd	(0.75±1.21)Ce	(2.26±0.18)Cd	—	(1.07±1.33)Be
	2	(11.01±0.88)Be	(10.87±1.66)Ae	(10.00±0.00)Ae	(25.22±0.49)Ad	(2.73±0.05)Ah
	3	(7.35±0.73)Cef	(1.64±0.71)Bh	(8.85±1.58)Be	(13.11±0.55)Bd	(3.12±1.05)Ag
	4	(13.61±0.58)Ae	(2.29±0.73)Bf	(1.43±2.23)fCg	—	(2.26±1.58)Af

表 1(续)

中药	时间/d	抑菌率/%				
		7.81 mg/mL	3.91 mg/mL	1.95 mg/mL	0.98 mg/mL	CK
金银花	1	(29.69±1.45)Da	(7.14±0.56)Dd	(7.14±1.53)Dd	(7.14±1.53)Dd	(1.07±1.33)Be
	2	(41.85±1.52)Ce	(34.80±1.43)Cf	(30.00±0.85)Cg	(26.80±2.81)Ch	(2.73±0.05)Ai
	3	(49.84±2.04)Bfg	(51.51±1.87)Bf	(47.12±1.14)Ah	(35.62±1.52)Bi	(3.12±1.05)Aj
	4	(52.09±0.54)Ag	(55.24±2.06)Aef	(43.33±0.93)Bh	(38.57±0.94)Ai	(2.26±1.58)Aj
马齿苋	1	(29.69±1.45)Da	(3.76±0.58)Cc	(2.26±0.18)Cd	—	(1.07±1.33)Be
	2	(38.33±0.48)Ae	(16.52±1.38)Ag	(24.78±2.55)Af	(8.70±1.26)h	(2.73±0.05)Ai
	3	(34.50±0.37)Be	(5.57±1.06)Bg	(8.20±1.12)Bf	—	(3.12±1.05)Ah
	4	(32.46±0.69)Ce	(6.29±1.34)Bf	(2.86±0.07)Cg	—	(2.26±1.58)Ah
姜黄	1	(28.13±1.35)Da	—	—	—	(1.07±1.33)Bc
	2	(43.61±4.08)Ad	(2.18±1.12)Cd	(1.28±0.67)f	—	(2.73±0.05)Ad
	3	(37.70±2.51)Bf	(5.03±1.06)Bg	—	—	(3.12±1.05)Ah
	4	(34.55±3.37)Cf	(16.36±1.85)Ag	(13.64±1.88)h	—	(2.26±1.58)ABi
黄柏	1	(29.69±1.45)Ba	(4.51±0.00)Bb	(3.76±0.85)Ac	(3.76±0.69)c	(1.07±1.33)Bd
	2	(39.21±0.14)Ae	(3.04±0.81)Cg	(1.30±1.37)Bh	—	(2.73±0.05)Ag
	3	(30.35±0.37)Be	(2.62±0.34)Cg	—	—	(3.12±1.05)Ag
	4	(18.85±0.25)Cf	(9.10±1.72)Ag	—	—	(2.26±1.58)Ah
紫花地丁	1	—	—	—	—	(1.07±1.33)Bc
	2	—	—	—	—	(2.73±0.05)Ab
	3	—	—	—	—	(3.12±1.05)Ac
	4	—	—	—	—	(2.26±1.58)Ad

同行不同小写字母示同种中药不同浓度处理间的差异有统计学意义($P<0.05$); 同一中药同列不同大写字母示不同培养时间的差异有统计学意义($P<0.05$)。

2.2 8 种中药水提液对尖孢镰刀菌的最小抑菌浓度(MIC)及毒力效果

由表 2 可以看出, 金银花的 EC_{50} 最小, 为 5.55 mg/mL, 对尖孢镰刀菌的毒力效果最强; 其后依次为马齿苋、姜黄、黄连, EC_{50} 均较小, 毒力效果相

当; 黄柏和紫花地丁的 EC_{50} 过大, 对尖孢镰刀菌基本没有毒力作用; 黄连、金银花、黄芩对尖孢镰刀菌的 $MIC\leq 1\text{ mg/mL}$, 说明其对尖孢镰刀菌的有效抑菌浓度较低, 可有效抑制尖孢镰刀菌的生长。

表 2 8 种中药水提液对尖孢镰刀菌的最小抑菌浓度及毒力效果

Table 2 The minimal inhibitory concentration and toxicity effect of water extracts from 8 Chinese medicines against <i>F. oxysporum</i>					
中药	MIC/(mg·mL ⁻¹)	最小抑菌率/%	毒力方程	R^2	EC_{50} /(mg·mL ⁻¹)
姜黄	2	13.636 4	$Y=0.103\ 8\ln X+0.084\ 1$	0.958 6	54.97
黄连	≤ 1	—	$Y=0.093\ 0\ln X+0.117\ 1$	0.709 2	61.39
黄柏	4	9.142 9	$Y=0.043\ 4\ln X+0.083\ 7$	0.858 3	14 650.00
茵陈	2	1.428 6	$Y=0.112\ 5\ln X-0.121\ 3$	0.909 7	250.31
金银花	≤ 1	—	$Y=0.055\ 2\ln X+0.405\ 4$	0.914 5	5.55
马齿苋	2	2.857 1	$Y=0.145\ 3\ln X-0.055\ 7$	0.949 5	45.81
紫花地丁	125	9.142 9	$Y=0.033\ 0\ln X-0.067\ 8$	1.000 0	2.97×10^7
黄芩	≤ 1	—	$Y=0.090\ 3\ln X+0.047\ 8$	0.962 5	149.57

3 结论与讨论

本研究中, 马齿苋、姜黄、茵陈对尖孢镰刀菌的抑制效果相对较明显, 尖孢镰刀菌培养 4 d 时, 最大抑菌率分别为 76%、67%、56%, 最小抑菌浓度均为 2 mg/mL; 黄柏在 2 d 时对尖孢镰刀菌的抑菌效果达到最优, 随着培养时间的增加, 抑菌效果逐渐下降, 4 d 时最小抑菌浓度为 4 mg/mL。对 8

种中药水提液的抑制效果进行毒力回归分析, 发现黄柏和紫花地丁 EC_{50} 过大, 实际应用过程中难以达到抑制中浓度, 说明这 2 种中药水提液对尖孢镰刀菌基本没有毒力作用。李纪潮等^[11]研究不同中药不同部位提取物对三七根腐病原菌的抑菌效应, 发现各提取物对尖孢镰刀菌和腐皮镰孢菌的抑菌率为 5%~60%, 苦蒿和大蓟提取物对尖孢镰刀菌抑菌效果显著, 抑菌率均大于 55%; 其结果中各中药对

病原菌的抑菌效果都较本研究结果弱,可能是同一中药提取物对不同致病菌抑制效果有所差异,而相同致病菌对不同中药提取物敏感性也不同;此外,其研究还发现各提取物对三七种子萌发表现出“低促高抑”的浓度效应,本研究结果与其相似。与对照相比,本研究中各中药处理抑制了尖孢镰刀菌的菌丝生长,并对菌丝形态进行观察,证实各中药对尖孢镰刀菌菌丝生长有良好的抑制效果。

天然中草药不仅无污染、抑菌范围广、不易产生耐药性、价格低廉^[16],还能营养复壮、提高作物免疫力、修复伤口^[17],目前已成为微生物病害防治的重点关注对象。本研究采用水提法提取中药中的有效成分,探究各中药不同浓度水提液对三七根腐病原菌中尖孢镰刀菌的抑制效果,并通过对菌丝形态的观察,证实各中药水提液可使尖孢镰刀菌的菌丝缢缩分支,导致菌丝体断裂,从而抑制尖孢镰刀菌的生长,这与已报道的研究结果^[18-19]相似。而于未博^[20]研究了丁香提取物中主要成分丁香酚对三七根腐病真菌的抑制作用,发现丁香酚通过破坏细胞完整性,从而起到抑菌效果。冯升来等^[21]研究发现,茵陈精油对枯草芽孢杆菌、白色念珠菌的生长均有非常好的抑制效果,能破坏菌体细胞壁,使菌体细胞壁产生孔洞,导致细胞内容物渗出,影响菌体基因表达、能量代谢等,从而导致菌体细胞衰竭;这可能是不同药物作用机制及靶点不同,导致作用细胞不同部位抑制其生长。但各中药提取液抑制尖孢镰刀菌菌丝生长的分子机制还有待进一步研究。

本研究结果表明,8 种中药水提液对尖孢镰刀菌菌丝生长均有抑制效果,随着浓度的减小,水提液对尖孢镰刀菌的抑制效果逐渐减弱,黄连、金银花、黄芩对尖孢镰刀菌的 MIC ≤ 1 mg/mL;金银花的 EC₅₀ 最小,最大抑菌率为 76.44%,抑菌效果最好。

参考文献:

- [1] 王勇,陈昱君,范昌,等.三七圆斑病发生与环境关系[J]. 中药材,2003,26(8):541-542.
- [2] 蒋妮,覃柳燕,叶云峰.三七病害研究进展[J]. 南方农业学报,2011,42(9):1070-1074.
- [3] MAO Z S, LONG Y J, ZHU Y Y, et al. First report of *Cylindrocarpon destructans* var. *destructans* causing black root rot of Sanqi (*Panax notoginseng*) in China[J]. Plant Disease, 2014, 98(1): 162.
- [4] 缪作清,李世东,刘杏忠,等.三七根腐病病原研究[J]. 中国农业科学,2006,39(7):1371-1378.
- [5] 罗文富,喻盛甫,贺承福,等.三七根腐病病原及复合侵染的研究[J]. 植物病理学报,1997,27(1):85-91.
- [6] 杨腊英,郭立佳,刘磊,等.几种尖孢镰刀菌专化型中 SIX1、SIX4、SIX6、SIX8 同源基因分析[J]. 基因组学与应用生物学,2015,34(8):1739-1746.
- [7] 马玉楠. 黄花蒿和丁香挥发油抑制三七病害发生的研究[D]. 昆明:云南中医药大学,2019.
- [8] 金晶. 中药和厚朴酚抗真菌活性及其作用机制的初步研究[D]. 长春:吉林大学,2011.
- [9] BAKKALI F, AVERBECK S, AVERBECK D, et al. Biological effects of essential oils: a review[J]. Food and Chemical Toxicology, 2008, 46(2): 446-475.
- [10] 崔蕾,刘塔斯,龚力民,等.玉竹根腐病病原菌鉴定及抑菌剂筛选试验研究[J]. 中国农学通报,2013,29(31):159-162.
- [11] 李纪潮,杨天梅,杨绍兵,等.植物源提取物对三七根腐病病原菌的抑菌效应及对三七的化感作用[J]. 生态学杂志,2021,40(10):3167-3174.
- [12] 吴晶. 中药抗真菌的活性筛选及作用机制研究[D]. 上海:第二军医大学,2017.
- [13] 梁财,陈颖,李昌恒,等.山芝麻提取物对 10 种植物病原真菌的抑菌活性初探[J]. 广西植物,2020,40(5):715-726.
- [14] CHEN C Y, CHEN J Y, WAN C P. Pinocembrin-7-Glucoside (P7G) reduced postharvest blue mold of navel orange by suppressing *Penicillium italicum* growth[J]. Microorganisms, 2020, 8(4): 536.
- [15] ZENG Z Y, LI Q Q, HUO Y Y, et al. Inhibitory effects of essential oils from Asteraceae plant against pathogenic fungi of *Panax notoginseng*[J]. Journal of Applied Microbiology, 2021, 130(2): 592-603.
- [16] 王悦尚,赵亚楠,翟云逸,等.6 种中药醇和水提取物对金黄色葡萄球菌和大肠杆菌的抗菌效果评价[J]. 中国兽医杂志,2020,56(5):62-65.
- [17] 赵娜娜,卢若滨,加米古丽·木斯尔汗,等.11 种植物精油对 2 种棉花病原菌的抑菌活性[J]. 新疆农业科学,2020,57(4):679-685.
- [18] 何晓婷,王均慧,李娇,等.9 种植物提取物对三七根腐病病原菌的抑菌活性测定[J]. 山西农业科学,2020,48(5):789-792.
- [19] 陈楚英,彭旋,陈玉环,等.21 种药用植物提取物对柑橘青霉病抑菌作用的筛选及白薇醇提取物对脐橙青霉病的防治效果[J]. 植物保护学报,2016,43(4):614-620.
- [20] 于未博. 丁香酚对三七根腐病真菌的抑制作用及其机理研究[D]. 昆明:昆明理工大学,2020.
- [21] 冯升来,马稳霞,赵云花,等.茵陈蒿精油化学成分及抑菌活性研究[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版),2021,49(6):114-121.

责任编辑:罗慧敏
英文编辑:罗维