

2株拮抗菌剂复配对西洋参立枯病和锈腐病的防治及促生长作用

张爱华^{1,2}, 雷锋杰^{1,2}, 强薇^{1,2}, 王壮^{1,2}, 周国兴¹, 张连学^{1,2*}

(1.吉林农业大学中药材学院, 吉林 长春 130118; 2.吉林省人参工程技术研究中心, 吉林 长春 130118)

摘要:采用均匀设计方法,将木霉 30371 菌剂和放线菌 F05 菌剂复配施用,探讨其施用对西洋参立枯病和锈腐病的防治效果。结果表明,西洋参播种时,仅施用 5 次木霉菌 $1.6 \times 10^9/m^2$; 栽种参根时,施用 1 次放线菌 $6.98 \times 10^8/m^2$ 、木霉菌 $1.6 \times 10^9/m^2$,对西洋参立枯病的防效为 46%,对西洋参锈腐病的盆栽和田间相对防效分别达到 88.93% 和 44.57%,盆栽的根重比对照增重 22.4%。2 株菌剂复配施用,可降低西洋参发病率并促进参根生长。

关键词:西洋参;立枯丝核菌;毁灭柱孢菌;拮抗菌;复配;防效

中图分类号: Q945.1 文献标志码: A 文章编号: 1007-1032(2014)06-0611-04

Control effect of combination of two antagonistic strains to seedling blight and root rust rot disease of *Panax quinquefolium* and its growth-enhancing effect to *P. quinquefolium*

ZHANG Ai-hua^{1,2}, LEI Feng-jie^{1,2}, QIANG Wei^{1,2}, WANG Zhuang^{1,2}, ZHOU Guo-xing¹, ZHANG Lian-xue^{1,2*}

(1.College of Chinese Medicinal Materials, Jilin Agricultural University, Changchun 130118, China; 2.Ginseng Engineering Technology Research Center of Jilin Province, Changchun 130118, China)

Abstract: The control effect of two strains (F05 and 30371) on seedling blight and root rust rot disease of *P. quinquefolium* was optimized by uniform design. The results showed that when sow the *P. quinquefolium* seed only applying strain 30371 with $1.6 \times 10^9/m^2$ for 5 times and planted *P. quinquefolium* root applying strains F05 and 30371 for one time at amounts of $6.984 \times 10^8/m^2$ and $1.6 \times 10^9/m^2$ respectively. The control efficiency against seedling blight was 46% in greenhouse, and the root rot disease control efficiencies were 88.93% and 44.57% respectively in greenhouse and field, the root weight of *Panax quinquefolium* in greenhouse treated with F05 and 30371 increased 22.4% compared to the control plants. The combination of F05 and 30371 could decrease disease incidence in ginseng plants and enhance plant growth.

Key words: *Panax quinquefolium*; *Rhizoctonia solani*; *Cylindrocarpon destructans*; antagonistic strains; combinations; control efficiency

立枯病是西洋参苗期的主要病害,其病原菌为立枯丝核菌(*Rhizoctonia solani*),一般发病率在 20% 以上,严重地块高达 50%,造成参苗成片死亡。锈腐病是西洋参根部主要病害,由毁灭柱孢菌(*Cylindrocarpon destructans*)引起,发病率 20%~30%,严重地块可达 70% 以上,参根染病可造成减

产,严重降低西洋参的产量和质量。目前,生产上对西洋参这 2 种病害主要采取化学药剂防治,但容易造成农药污染以及使病原菌产生耐药性^[1]。利用单一木霉菌剂或细菌菌剂防治西洋参病害^[2-5],在实际应用中效果并不理想^[6-10]。笔者将木霉 30371 菌剂和放线菌 F05 菌剂复配,采用均匀设计,用以

收稿日期: 2014-05-20

基金项目: 国家“十一·五”科技支撑计划子课题(2006BA109804-02); 国家自然科学基金项目(31070316, 31100239, 31200224); 吉林省科技发展计划项目(20130206030YY, 20140520159JH)

作者简介: 张爱华(1978—),女,山东泰安人,副教授,主要从事中药资源生物技术研究, blueice20021230@163.com; *通信作者, zlx863@163.com

防治西洋参立枯病和锈腐病, 以期为西洋参病害的生物防治提供科学依据。

1 材料与方 法

1.1 供试参苗和菌种

2 年生西洋参苗、西洋参籽由抚松丰泽农业种植有限公司提供。

西洋参锈腐病菌(*Cylindrocarpon destructans*)、立枯病原菌(*Rhizoctonia solani*)、木霉 (*Trichoderma longibrachiatum*)30371、放线菌 (*Streptomyces fradiae*) F05 均由吉林省人参工程技术研究中心实验室分离、鉴定并保存。

1.2 方 法

1.2.1 试验设计

盆栽和田间试验均采用均匀设计, 选用 $U_5(5^4)$ 均匀设计表(表 1), 共 5 个处理, 每个处理 3 次重复。

表 1 均匀试验设计表

试验号	放线菌	木霉	拮抗菌量/($\times 10^8 \cdot m^{-2}$)	施用次数
1	1	1	8	2
2	0	1	4	4
3	1	2	2	1
4	2	3	1	3
5	1	3	16	5

“放线菌 木霉”指 2 种拮抗菌的数量比。

1.2.2 盆栽试验

参籽盆栽试验: 播种前将打破休眠裂口的西洋参种子, 采用拌种法进行参籽立枯病原菌侵染。培养箱 (60 cm \times 40 cm \times 40 cm) 每箱播种 30 粒, 覆土后加盖, 置于温室中培养。待幼苗出土后, 及时揭去箱盖。培养期间, 以自来水保持湿度, 温度为 (18 \pm 5) $^{\circ}C$ 。通过盆底施用复配拮抗菌剂方式(放线菌与木霉配比分别为 1 1, 0 1, 1 2, 2 3, 1 3)防治立枯病。出苗后 60 d 调查立枯病发病率。

2 年生西洋参苗盆栽试验: 栽前测量每棵 2 年

生西洋参参根的根长、根粗、根重, 采用刺伤法进行参根锈腐病原菌侵染。5 月初移栽, 每箱栽种参根 30 棵, 通过盆底施用复配拮抗菌剂方式防治锈腐病(放线菌与木霉配比分别为 1 1, 0 1, 1 2, 2 3, 1 3), 每月月初施用复配拮抗菌剂, 秋季起参时, 调查参根锈腐病发病率。试验采用 $U_5(5^4)$ 均匀设计, 共 5 个处理, 每个处理 3 次重复。对照为化学防治(代森锰锌 700 倍液, 每 7 d 喷施 1 次)。

1.2.3 田间小区试验

田间小区试验在吉林农业大学药用植物园进行。农田土栽参, 栽参方式为平栽。播种前采用刺伤法进行 2 年生西洋参参根锈腐病原菌侵染, 第 1 次采用参根蘸取复配拮抗菌剂方式防治, 其后采用复配拮抗菌剂灌根方式处理(放线菌与木霉配比分别为 1 1, 0 1, 1 2, 2 3, 1 3)。5 月初移栽, 每月月初施用复配拮抗菌剂, 秋季起参时, 调查参根锈腐病发病率。面积 2 m^2 , 种植西洋参 90 株, 试验采用 $U_5(5^4)$ 均匀设计, 共 5 个处理, 每个处理 3 次重复。对照为化学防治(代森锰锌 700 倍液, 每 7 d 喷施 1 次)。

防效=(对照区病株率-处理区病株率)/对照区病株率 $\times 100\%$ 。

1.3 数据处理方法

用 DPS 软件对数据进行多元二次逐步回归分析^[15-16]。

2 结果与分析

2.1 2 株菌剂复配对西洋参种苗立枯病的防治效果

对盆栽试验西洋参种苗立枯病发病率的调查结果如表 2 所示。经统计分析, 得出立枯发病率与各因素关系的方程为 $Y = 36.53 + 11.73X_1 - 0.0077X_2 - 2.29X_3$ 。式中: X_1 为放线菌所占比例; X_2 为施用次数; X_3 为活菌数(放线菌 F05 与木霉 30371 活菌

表 2 2 种菌剂复配对盆栽西洋参立枯病的发病率和相对防效

试验号	放线菌	木霉	拮抗菌量/($\times 10^8 \cdot m^{-2}$)	施用次数/次	发病率/%	相对防效/%
1	1	1	2	4	43.00	14.00
2	0	1	4	3	27.00	46.00
3	1	2	1	2	40.00	20.00
4	2	3	3	1	37.50	25.00
5	1	3	16	5	27.78	44.44
对照	0	0	0	0	50.00	

数之和)。决定系数 $R^2=0.999\ 92$, $F=4\ 149.723\ 3$, $P=0.011\ 4$ 。优化后的立枯病防治方案为 $X_1=0$, 即木霉所占比例为 100% , X_2 为 5 次 , X_3 为 $16\times 10^8/m^2$, 理论发病率为 23.86% , 相对防效为 52.27% 。实际生产中 , 西洋参播种时 , 施用 5 次木霉菌 $1.6\times 10^9/m^2$ 即可防治立枯病。

2.2 2 种菌剂复配对西洋参锈腐病的防治效果

2.2.1 对盆栽西洋参锈腐病的防治效果

对盆栽西洋参参根的锈腐病发病率调查结果

表 3 2 种菌剂复配对盆栽西洋参锈腐病的发病率和相对防效

Table 3 The disease incidence and control efficiency of *P. quinquefolium* root rust rot disease treated with two strains in green house

试验号	放线菌	木霉	拮抗菌量($\times 10^8 \cdot m^{-2}$)	施用次数/次	发病率/%	相对防效/%
1	1	1	8	2	6.67	88.93
2	0	1	4	4	36.36	39.65
3	1	2	2	1	33.33	44.68
4	2	3	1	3	46.67	22.54
5	1	3	16	5	36.67	55.73
对照	0	0	0	0	60.25	

2.2.2 对田间西洋参锈腐病的防治效果

对田间西洋参参根锈腐病发病率调查结果如表 4 所示。田间 2 年生西洋参参根发病率与各因素关系的方程为 $Y=52.58+25.418X_1 - 39.90X_1^2 + 0.003\ 7X_2X_3$, 式中 : X_1 为放线菌所占比例 , X_2 为活菌数 , X_3 为施用

次数。决定系数 $R^2=0.999\ 85$, $F=2\ 213.892\ 9$, $P=0.015\ 6$, 优化后参根锈腐病的防治方案为 : X_1 为 1 , 即放线菌的比例为 100% , X_2 为 1 , 即施用次数 1 次 , X_3 为 $7.978\times 10^8/m^2$ 。理论田间参根发病率为 38.39% , 相对防效为 44.66% 。

表 4 2 种菌剂复配对田间西洋参参根锈腐病的发病率和相对防效

Table 4 The disease incidence and control efficiency of *P. quinquefolium* root rust rot disease treated with two strains in field

试验号	放线菌	木霉	拮抗菌量/ $(\times 10^8 \cdot m^{-2})$	施用次数/次	出苗率/%	发病率/%	相对防效/%
1	1	1	8	2	83.00	38.66	44.57
2	0	1	4	4	63.00	53.19	23.35
3	1	2	2	1	66.67	55.26	20.36
4	2	3	1	3	69.33	51.95	18.89
5	1	3	16	5	44.00	59.60	22.40
对照	0	0	0	0	75.43	69.38	—

2.3 2 种菌剂复配对西洋参经济性状的影响

对表 5 数据进行分析 , 得出 2 年生西洋参参根根长的增加量与各因素关系的方程为 $Y=4.54 - 0.66X_3 + 0.000\ 15X_2^2 - 0.018X_1X_2$, 决定系数 $R^2=0.999\ 69$, $F=1\ 083.034\ 2$, $P=0.022\ 3$ 。优化后 X_1 为 0 , 即木霉的比例为 100% , X_2 为 1.000\ 3 次 , X_3 为 $16\times 10^8/m^2$, 理论最大根长增加量为 7.612\ 2 cm。

2 年生西洋参参根根粗的增加量与各因素关系的方程为 $Y=0.55 - 0.43X_3 - 0.96X_1^2 + 0.000\ 068X_2^2$ 。决定系数 $R^2=0.999\ 97$, $F=10\ 768.130\ 5$, $P=0.007\ 1$,

优化后 , X_1 为 0.001\ 9 , 即木霉的比例约为 100% , X_2 为施用 1 次 , X_3 为活菌量 $1.6\times 10^8/m^2$, 理论 2 年生西洋参参根盆栽根粗增加 3.863\ 1 mm。

2 年生西洋参参根根重的增加量与各因素关系的方程为 $Y=3.03+1.08X_1 - 0.28X_3 - 1.578X_1^2$ 。决定系数 $R^2=0.999\ 92$, $F=4\ 123.324\ 9$, $P=0.011\ 4$, 优化后 , X_1 为 0.342\ 5 , 即放线菌的比例为 34.25% , X_2 为 1 次 , X_3 为活菌量 $2.088\ 74\times 10^8/m^2$, 理论根重增加量为 2.931\ 0 g , 即最大根重为 5.721\ 0 g , 与当年对照根重 4.45 g 相比 , 增加 28.56% 。

表 5 2 种菌剂复配的西洋参参根的经济性状

Table 5 The economic characters of *P. quinquefolium* root treated with two strains

试验号	放线菌	木霉	拮抗菌量/($\times 10^8 \cdot \text{m}^{-2}$)	施用次数/次	根增长/cm	根增粗/mm	根增重/g	根重增加率/%
1	1	1	8	2	2.75	1.16	1.97	5.65
2	0	1	4	4	2.13	0.93	1.91	4.55
3	1	2	2	1	3.76	1.90	2.89	22.40
4	2	3	1	3	2.49	0.82	2.21	10.02
5	1	3	16	5	4.06	2.03	1.81	2.73
对照	0	0	0	0	3.08	1.08	1.66	—

通过对锈腐病发病率、根长、根粗、根重等指标的考察及综合评价,可确定最佳的施用方案:栽种参根时,按放线菌 $6.984 \times 10^8/\text{m}^2$ 、木霉 $16 \times 10^8/\text{m}^2$ 的用量,施用 1 次。理论田间参根发病率为 38.39%,比对照增重 28.56%。对锈腐病的防治,盆栽与田间的相对防效分别为 88.93% 和 44.57%,差异较大,可能是田间的生境条件更为复杂,病害更严重造成的。但盆栽与田间试验处理发病率还是比对照有较大程度的降低,说明 2 种菌剂复配对锈腐病有较好的防治效果。

3 讨论

将不同生防菌复配,发挥各自的优势和协同作用,可以降低植物病害的发病率,增强防治效果^[17]。木霉菌竞争优势在于产孢量大、易于扩大生存空间;放线菌可以分泌多种抗生素抑制病原菌生长,同时又能分泌激素、有机酸、维生素等次生代谢产物,促使植物细胞的分裂和伸长,木霉与放线菌复配具有协同增效作用^[18]。本研究将木霉或/和放线菌复配施用,对西洋参立枯病和锈腐病进行防治,相对防效分别可达 46% 和 88.93%,能够实现不同生防机制同时起作用,避免了单一生防菌应用导致的病原微生物抗性的产生。2 株菌株复配后,西洋参根长、根粗和根重均优于对照组,表明 2 株菌剂复配可以促进西洋参植株生长,推测其中的放线菌具有促生长作用,其复配增产机制有待于进一步研究。

参考文献:

- [1] 杨依军, 武侠, 赵曰丰. 人参、西洋参根病的生物防治[J]. 特产研究, 1997(1): 30-33.
- [2] 吴连举, 杨依军, 武侠, 等. 利用土壤拮抗性微生物防治人参锈腐病[J]. 中国生物防治, 1999, 15(4): 166-168.
- [3] 赵阿娜. 木霉菌剂防治人参根部病害研究及木霉田间种群动态监测[D]. 北京: 中国协和医科大学中国医学

科学院, 2003.

- [4] 胡丽云, 庞金钊, 刘文芝, 等. 西洋参真菌病害的生物防治[J]. 生物技术, 2005, 15(6): 76-78.
- [5] 丁万隆, 程惠珍, 陈君. 应用木霉制剂防治几种药用植物病害的研究[J]. 中国中药杂志, 2003, 28(1): 24-27.
- [6] 周淑香. 使用不同菌肥对人参根际微生物的影响[D]. 长春: 吉林农业大学中药材学院, 2006.
- [7] 任守让, 王瑞霞. 对人参锈腐病菌的拮抗真菌及其防病效果[J]. 吉林农业大学学报, 1998, 20(S1): 120.
- [8] 赵阿娜, 丁万隆. 木霉菌剂对人参根部病害防治效果评价[J]. 中草药, 2006(10): 1552-1554.
- [9] 王刚, 钟均超, 刘俊玲. 生物农药木霉对西洋参立枯病的防治研究[J]. 人参研究, 2003, 15(1): 41.
- [10] 刘时轮, 李勇, 丁万隆, 等. 绿色木霉 Tv04-02 的筛选及其对人参立枯病菌拮抗机制的研究[J]. 世界科学技术——中医药现代化, 2008, 10(4): 93-96.
- [11] 丁万隆, 程惠珍, 张国珍, 等. 木霉防治西洋参立枯病研究[J]. 中草药, 1994, 25(4): 92.
- [12] 全国人参科技资料汇编编审委员会. 全国人参科技资料汇编(栽培分册)[G]. 北京: 国家医药管理局, 1985: 554-557.
- [13] Chung Y R, Kim H J, Park K J. Comparison of rhizosphere environments in soils suppressive and conducive to ginseng root rot[J]. Korean Journal of Plant Protection, 1984, 22(3): 142-146.
- [14] 黄雅丽, 李凤珍. 人参根基微生物的研究 I. 菌株的筛选及功能的测定[J]. 微生物学杂志, 1990, 10(Z1): 42.
- [15] 唐启义, 冯明光. 实用统计分析及其 DPS[M]. 北京: 科学出版社, 2002.
- [16] 方开泰. 均匀设计与均匀设计法[M]. 北京: 科学出版社, 1994.
- [17] 翟一军, 徐霞, 廖晓兰. 拮抗细菌与其他生防因子复配防治植物病害研究进展[J]. 微生物学杂志, 2012, 32(3): 72-75.
- [18] 张良, 刘好宝, 顾金刚, 等. 长柄木霉和泾阳链霉菌复配对烟苗生长及其抗病性的影响[J]. 应用生态学报, 2013, 24(10): 2961-2969.

责任编辑: 罗慧敏

英文编辑: 罗维