

3 株放线菌对草莓的促生作用及对 PPO 活性的影响

许英俊^{1,2}, 薛泉宏^{2*}, 邢胜利³, 周永强^{1,2}, 张晓鹿^{1,2},

郭志英², 杨 斌^{1,2}, 林超峰^{1,2}, 孙敬祖^{1,2}

(1. 西北农林科技大学生命科学学院, 陕西杨凌 712100; 2. 西北农林科技大学资源与环境学院, 陕西杨凌 712100; 3. 陕西省农技推广总站, 陕西西安 710003)

摘 要: 采用琼脂块法、拌土育苗和蘸根盆栽生物试验及 PPO 活性测定法研究供试放线菌对病原菌的血内拮抗作用、对草莓的促生作用及诱导抗性。结果表明: ①供试放线菌对 5 种草莓土传病害病原菌有明显的抑制作用。Act11 对 5 种病原菌均有较强的抑制作用; Act12 对尖孢镰刀菌外的 4 种病原菌有拮抗作用, Act1 对尖孢镰刀菌和草莓疫霉有拮抗作用。②生防菌剂接种促生作用明显, 对根系生长的刺激效应尤为显著。在拌土接种育苗处理中, 草莓根系及茎叶重量分别较对照提高 122.4%~265.6% 和 53.6%~64.4%。③生防菌接种后可提高草莓新叶和根系 PPO 活性, 产生诱导抗性; 根系 PPO 活性增幅大于叶片。在拌土育苗和蘸根盆栽处理中, 草莓新叶 PPO 活性较对照提高幅度均值分别为 5.9% 和 16.9%; 草莓粗根 PPO 活性提高幅度均值分别为 21.4% 和 35.0%, 细根 PPO 活性提高幅度均值分别为 31.3% 和 26.3%。由此得出结论: 供试生防菌在血内能抑制草莓常见土传病原菌生长; 在拌土育苗和蘸根盆栽条件下均能显著促进草莓根系发育及茎叶生长, 并使草莓产生诱导抗性。

关键词: 草莓; 生物防治; 放线菌; 拮抗; 生物量; PPO 活性; 诱导抗性

中图分类号: S942.3

文献标识码: A

文章编号: 1004-1389(2007)06-0129-08

The Growth Promoting Effect and Induced Endurance of Three Actinomyces Strains to Strawberry

XU Ying-jun^{1,2}, XUE Quan-hong^{2*}, XING Sheng-li³, ZHOU Yong-qiang^{1,2},
ZHANG Xiao-lu^{1,2}, GUO Zhi-ying², YANG Bin^{1,2}, LIN Chao-feng^{1,2} and SUN Jing-zu^{1,2}

(1. College of Life Sciences, Northwest A & F University, Yangling Shaanxi 712100, China; 2. College of Resources Environment, Northwest A&F University, Yangling Shaanxi 712100, China; 3. Centre for the Popularization of Advance Agritechines of Shaanxi, Xi'an Shaanxi 710003, China)

Abstract: Measure the inhibition by agar piece method. After puddling treatment raise seedlings and dipping root pot culture test, get the growth promoting effect to the strawberry and measure the strawberry leaves and root's PPO activity, so as to get the induced endurance. The results showed that: ①The three actinomyces strains all have transparent inhibition to the five pathogenetic fungi. Act11 has strong effect to the five disease germs. Act12 has inhibitory action to four disease except *Fusarium oxysporum*. Act1 has the same effect on both *Fusarium* and *P. fragaride* Hickm. ②The three actinomyces strains all have transparent growth promoting effect after the inoculation, especially to the root of the strawberry. The root weight rising by 122.4% to 265.6% over check test and the leaves-stem reach to 53.6% to 64.4%. ③The three actinomyces strains can promote the leaves and

收稿日期: 2007-02-21 修回日期: 2007-05-28

基金项目: 陕西省科技攻关项目(2004K02-G7)。

作者简介: 许英俊(1981-), 女, 山东临沂人, 在读硕士, 主要从事微生物资源研究。

* 通讯作者: 薛泉宏(1957-), 男, 陕西白水人, 教授, 博士生导师, 主要从事微生物资源利用研究。E-Mail: xueqhong@public.xa.sn.cn.

root's PPO activity, produce the induced endurance of the strawberry after the inoculation. The effect to the root's PPO activity is stronger than the leaves'. After puddling treatment raise seedlings and dipping root pot culture test, the three actinomyces strains can improve the strawberry new leaves' PPO activity in 5.9% and 16.9%, improve the strawberry thick root's PPO activity in 21.4% and 35.0%, as well as thin root's activity in 31.3% and 26.3%. The three actinomyces strains all have inhibition to the five strawberry pathogenetic fungi. After puddling treatment raise seedlings and dipping root pot culture test, they can improve each part's biomass of the strawberry plant and make the strawberry produce induced endurance.

Key words: Strawberry; Biotic-control; Actinomyces; Suppression; Biomass; PPO activity; Induced endurance

近年来,随着草莓市场需求增加和种植技术的推广,草莓种植面积不断扩大,重茬率已达43%~76%。草莓重茬种植使发病率大幅度上升,减产幅度达30%以上,严重时甚至绝收^[1]。草莓重茬病主要是由镰刀菌属、丝核菌属和轮枝菌属真菌单独或复合侵染造成^[2],草莓枯萎病和根腐病就是两种常见的病害,该病害已成为限制草莓种植业发展的重要因素。由于化学农药防效差,氯化苦、溴甲烷等剧毒熏蒸剂进行土壤处理产生的毒副作用大等原因,探索新的防治途径已成为草莓产业亟待解决的问题。开发新的生防技术已成为草莓重茬病害控制研究的热点之一^[3,4]。高志华,徐淑华及黄亚丽等研究发现^[5-9],菌根菌、细菌和木霉对草莓重茬病有一定防效,但对生防菌的作用机理研究不多,且生防菌主要集中在细菌、真菌方面,对生防放线菌涉及不多。放线菌是抗生素的主要产生菌,利用放线菌对草莓连茬土传病害致病菌的专性拮抗作用控制草莓重茬病害具有重要的应用价值,国内已有相关报道^[10]。辣椒疫病生防研究证明,利用特定放线菌对特定病原菌的专性拮抗作用控制土传病是可行途径^[11-13]。本文从皿内抑菌效果、促生作用和产生诱导抗性角度研究了供试放线菌的作用,旨在为草莓土传病害生防菌筛选和防病促生机理的解释提供科学依据。

1 材料和方法

1.1 材料

1.1.1 病原菌 轮枝菌(*Verticillium dahliae*)、镰刀菌(*Fusarium* sp.)、尖孢镰刀菌(*Fusarium oxysporum*)、立枯丝核菌(*Rhizoctonia solani*),均由河北农业大学曹克强教授提供。草莓疫霉(*P. fragariae* Hickm),由本实验室分离得到。

万方数据

1.1.2 生防菌 供试3株放线菌均由本实验室从分离自青藏高原的5000余株放线菌中采用皿内拮抗和生物试验筛选得到,编号为Act1, Act11和Act12,均为链霉菌属(*Streptomyces* sp)。生防菌剂分别由上述3种菌经固态发酵得到,菌数分别为 5×10^{10} 、 3×10^{11} 及 6.4×10^{11} 个/g。

菌悬液准备:将Act1、Act11及Act12菌剂按菌剂:水=1:5加水搅匀,CK用清水。

1.1.3 培养基 病原菌的活化、培养:改良PDA培养基^[14];放线菌活化及拮抗性琼脂块制备,分别用改良黄豆粉浸汁琼脂1号及改良黄豆粉浸汁琼脂2号^[15]。

1.1.4 草莓品种 所用草莓品种为丽红。盆栽蘸根草莓苗:从苗圃选取长势较好且大小一致的健康草莓幼苗,带少量土起苗备用。

1.1.5 盆钵准备 盆栽基质:大田耕层土去除石子和草根后过1 cm筛,添加尿素(0.2 g/kg)和过磷酸钙(0.5 g/kg)后充分混匀。

盆钵准备:每盆装盆栽基质1.3 kg。

含菌营养钵:按0.25%的用量向盆栽基质中加入供试放线菌制剂,充分拌匀后装入小营养钵中。装量为150 g/钵。

1.2 方法

1.2.1 生防菌对供试病原菌的皿内作用 将供试3株放线菌分别接种于改良黄豆粉浸汁琼脂2号平板上,28℃培养10 d,用琼脂块法^[16]测定生防菌对供试病原菌皿内生长的作用。

1.2.2 生防菌剂的促生作用 共设2个试验:拌土接种育苗试验和蘸根接种盆栽试验。拌土接种育苗(Puddling treatment raise seedlings,缩写为PTRS)试验:用于观察育苗土中接种菌剂的效果。试验设对照CK, Act1, Act11和Act12拌土接种4个处理。

育苗:把含菌营养钵埋于草莓育苗田土壤中;将草莓匍匐茎上产生的不定根及时置含菌营养钵上,使草莓幼苗的新根直接生长于含有生防菌的营养钵内。

移栽:待草莓幼苗新根形成后,将其两端的匍匐茎剪断,在营养钵内生长 1 个月后脱袋移入盆钵,1 个月后脱盆移入田间,按常规措施管理。

蘸根盆栽(Dipping root pot culture,缩写为 DRPC)试验:用于观察移栽时生防菌蘸根接种对普通草莓苗的促生效应和诱导抗性的作用。试验方案同拌土育苗试验。

接种:将草莓根系在生防菌悬液中浸泡 30 min;再用蘸根法将相同菌粉均匀粘附在草莓湿根上,接种量为 1 g/株。对照 CK 不接菌剂,用清水浸泡 30 min。每处理重复 15 盆。

移栽:将接种好的草莓栽到备好的盆钵中,每盆 1 株,定量浇水,常规管理。

1.2.3 生物性状测定 叶片大小:盆栽草莓移栽后第 40 天,田间草莓移栽第 60 天,选取健康草莓植株,分别按正二叶和倒二叶采取草莓的新叶和老叶,每盆剪 1 片叶,重复 5 次;将叶片迅速带回实验室用蒸馏水冲洗干净,用吸水纸吸干表面水分,测定叶片长、宽,取平均值;测定 5 片叶的总重;测完后迅速放入 4℃ 冰箱,以备测酶活用。

表 1 放线菌对病原菌的血内抑菌圈直径

Table 1 The diameters of the inhibitory zones of the actinomycetes to pathogenetic fungi /mm

生防放线菌 Biocontrol actinomycetes	病原菌 Pathogenetic fungi									
	镰刀菌 Fusarium sp.		尖孢镰刀菌 Fusariumoxysporum		轮枝菌 Verticillium dahliae		立枯丝核菌 Rhizoctoniasolani		草莓疫霉 P. fragaride Hickm	
	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S
Act1	0	—	2	+	0	—	0	—	6	++
Act11	12	++	4	+	3	++	18	+	21	+++
Act12	6	+	0	—	3	+	7	+	13	+++

注:① D 代表抑菌圈直径(mm);② S 表示抑菌程度:+++、++、+ 及 — 分别表示拮抗圈透明、拮抗圈半透明且拮抗圈表面无菌丝、拮抗圈半透明且拮抗圈表面有菌丝生长及无拮抗圈。

Notes:①D represents inhibiting zones diameter(mm);②S represents containment procedure:+++、++、+ and — represents that the inhibiting zones are transparent, semi transparent and have no fungi , semi transparent and have fungi and have no inhibiting zones.

2.2 草莓植株生物学性状

2.2.1 根系与茎叶重量 从表 2 和图 1 看出,供试放线菌拌土接种育苗对草莓生长有明显的促进作用。在 Act1,Act11 和 Act12 处理中,草莓植株总重较对照分别提高 72.8%,82.1%和 64.2%;茎叶重较对照分别提高 64.4%,53.6%和 55.2%;根系重较对照分别提高 127.1%,265.6%和 122.4%。与对地上部分的促生效果相比,供试放线菌对草莓根系生长的促进作用更为明显,其中

植株与根系重量:①盆栽草莓:移栽后第 70 天,每个处理选 3 盆有代表性的草莓,用冲洗法去除盆内土壤及植株表面尘土,以获得带有完整根系的植株;用吸水纸吸干植株表面水分,称植株总重(Plant weight,缩写为 PW);然后将草莓从第一个根节处剪下,称根系重(Root weight,缩写为 RW);二者差值为茎叶重(Leaves-stem weight,缩写为 LsW)。②在育苗试验草莓移栽后第 60 天,用小铲采集具有代表性的草莓完整植株,按上述盆栽试验方法测定草莓各部分重量,每处理重复 3 次。

1.2.4 草莓叶片和根系多酚氧化酶(PPO)活性测定^[17] 在草莓称重后,将草莓根系的粗根(Thick root,缩写为 TR)和细根(Thin root,缩写为 THR)分别剪下,剪碎,混匀,测定根系酶活。

2 结果与分析

2.1 供试生防菌对草莓病原菌血内生长的作用

从表 1 看出,供试放线菌 Act11 对 5 种病原菌均有较强的拮抗作用,拮抗圈直径 3~21 mm;Act12 除尖孢镰刀菌外,对其他 4 种病原菌都有拮抗作用;Act1 对尖孢镰刀菌和草莓疫霉有拮抗作用。

Act11 对根系鲜重的增率达 265.6%(图 1a)。

蘸根接种生防菌剂后,盆栽草莓植株各部分生物量也有明显增加(图 2)。Act1 处理草莓植株总重、茎叶和根系重量分别较对照提高 21.7%,20.5%和 22.8%;Act11 及 Act12 与之类似(图 1b)。

Act11 和 Act1 分别在拌土接种和蘸根接种处理后对草莓植株促生作用明显。

2.2.2 叶片大小、重量 从表 3 和图 2、3 看出,

生防菌剂拌土育苗和蘸根盆栽处理都可以增加草莓叶片长度、宽度及重量。拌土育苗处理中,老叶及新叶重量较对照均有增加,其中新叶的增幅平均高达 93.7%。蘸根盆栽处理中,草莓老叶及新叶重均值较对照分别增加 37.8%及 16.7%。

表 2 生防菌剂处理后草莓植株、茎叶和根系重量

Table 2 The weight of strawberry plant,leaves-stem and root after different treatments /(g/plant)								
处理 Treatment	生物学性状 Biological property	CK 测值 Measured value	生防菌剂 Biocontrol actinomycetes formulation					
			Act1		Act11		Act12	
			测值 Measured value	增长率/% Growth rate	测值 Measured value	增长率/% Growth rate	测值 Measured value	增长率/% Growth rate
拌土育苗 PTRS	植株总重 PW	14.32	24.75	72.8	26.07	82.1	23.52	64.2
	茎叶重 LsW	12.40	20.39	64.4	19.05	53.6	19.25	55.2
	根重 RW	1.92	4.36	127.1	7.02	265.6	4.27	122.4
	(根/茎)×10 (R/S)×10	1.55	2.14	38.0	3.69	137.7	2.22	43.1
蘸根盆栽 DRPC	植株总重 PW	15.24	18.55	21.7	16.43	7.8	14.94	4.3
	茎叶重 LsW	7.03	8.47	20.5	8.20	16.6	5.70	-18.9
	根重 RW	8.21	10.08	22.8	8.23	0.2	9.24	12.5
	(根/茎)×10 (R/S)×10	11.68	11.90	1.9	10.04	-14.0	16.21	38.8

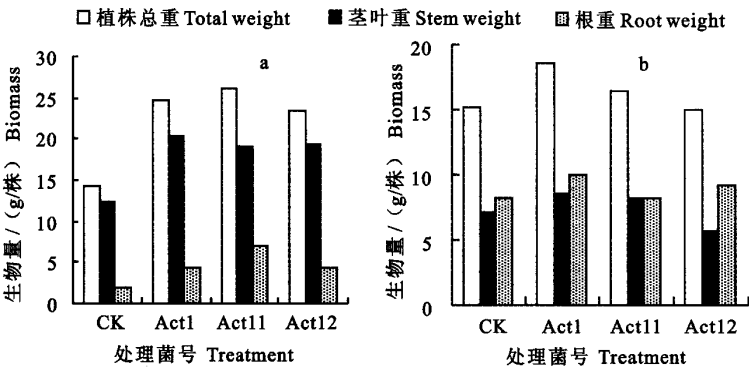


图 1 拌土接种苗圃草莓(a)和蘸根接种盆栽草莓(b)植株、茎叶和根系重量
Fig. 1 The weight of plant,leaves-stem and root of the strawberry after puddling treatment raise seedling(a) and dipping root pot culture(b).

表 3 不同生防菌剂处理后草莓叶片的生物量 (长、宽/mm,重/g)

Table 3 The biomass of strawberry leaves after different treatments(length,width/mm, weight g/5 pieces)									
处理 Treatment	叶片 Leaves	生物学性状 Biological property	CK 测值 Measured value	生防菌剂 Biocontrol actinomycetes formulation					
				Act1		Act11		Act12	
				测值 Measured value	增长率 / % Growth rate	测值 Measured value	增长率 / % Growth rate	测值 Measured value	增长率 / % Growth rate
拌土育苗 PTRS	老叶 Old leaf	长 Length	57	61	7	58	2	63	11
		宽 Width	51	52	2	49	-4	53	4
		重 Weight	2.26	2.65	17.3	2.32	2.7	2.56	13.3
	新叶 Young leaf	长 Length	32.5	46	42	42	28	44	35
		宽 Width	29.5	39.5	34	34	15	39	31
		重 Weight	0.66	1.43	117.6	1.03	56.5	1.36	106.9
蘸根盆栽 DRPC	老叶 Old leaf	长 Length	51	53	4	56	10	62	22
		宽 Width	41	46	12	45	10	53	29
		重 Weight	1.56	1.88	20.5	1.91	22.4	2.66	70.5
	新叶 Young leaf	长 Length	40	40	0	39	-3	40	0
		宽 Width	35	36	3	35	0	37	6
		重 Weight	1.08	1.31	21.3	1.09	0.9	1.38	27.8

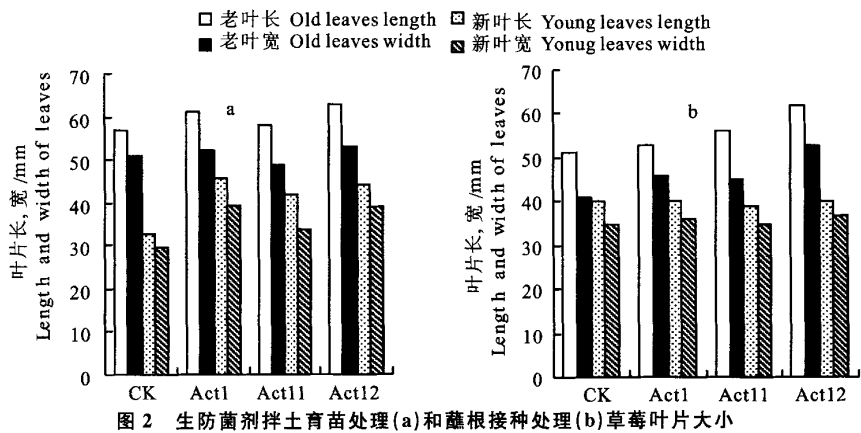


图 2 生防菌剂拌土育苗处理(a)和蘸根接种处理(b)草莓叶片大小

Fig. 2 The leaf size of strawberry after pudling treatment raise seedling(a) and dipping root pot culture(b)

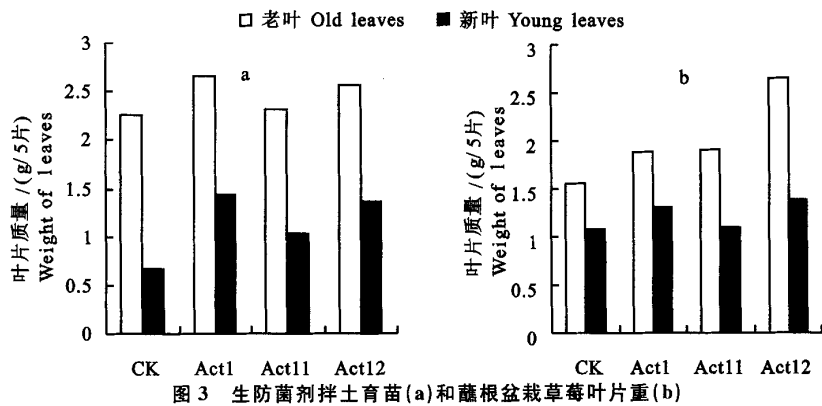


图 3 生防菌剂拌土育苗(a)和蘸根盆栽草莓叶片重(b)

Fig. 3 The leaf weight of strawberry after after pudling treatment raise seedling(a) and dipping root pot culture(b)

2.3 PPO 活性

PPO 为多酚氧化酶,提高植株 PPO 活性可增强作物抗病性,常用 PPO 活性表示植物诱导抗性大小。

2.3.1 叶片 从表 4 和图 4 看出,在生防菌剂拌土接种育苗试验中,生防菌剂接种处理草莓叶片

PPO 活性较对照增加。Act1,Act11 和 Act12 处理草莓新叶 PPO 活性增幅为 4.1%~9.2%,其中 Act12 对草莓新叶 PPO 活性的提高幅度最大;草莓老叶 PPO 活性增幅为 1.9%~9.3%(图 4a)。

表 4 不同生防菌剂接种处理草莓叶片 PPO 活性($A_{398} \cdot U \cdot g^{-1} \cdot min^{-1}$)

Table 4 PPO activity in strawberry leaves after the inoculation with actinomycetes($A_{398} \cdot U \cdot g^{-1} \cdot min^{-1}$)

处理 Treatment	叶片 Leaves	批次 Batches	CK 测值 Measured value	生防菌剂 Biocontrol actinomycetes formulation					
				Act1		Act11		Act12	
				测值 Measured value	增率/% Growth rate	测值 Measured value	增率/% Growth rate	测值 Measured value	增率/% Growth rate
拌土育苗 PTRS	老叶 Old leaf		135.0	137.5	1.9	147.5	9.3	137.5	1.9
	新叶 Young leaf	1	162.5	165.0	1.4	170.0	4.4	180.0	10.2
		2	222.5	237.5	6.7	231.7	4.2	240.8	8.2
	新叶平均 Average of young leaves		192.5	201.3	4.1	200.9	4.3	210.4	9.2
蘸根盆栽 DRPC	老叶 Old leaf		237.5	185.0	-22.1	232.5	-2.1	192.5	-18.9
	新叶 Young leaf	1	218.0	251.0	15.1	278.0	27.5	250.0	14.7
		2	210.0	250.0	19.0	222.5	6.0	250.0	19.0
	平均 Average		214.0	250.5	17.1	250.3	16.8	250.0	16.9

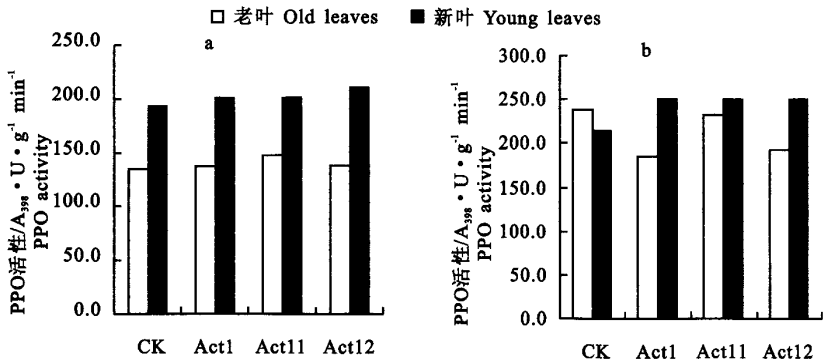


图 4 生防菌剂拌土接种育苗(a)和蘸根接种盆栽(b)草莓叶片 PPO 活性

Fig. 4 Leaves' PPO activity of strawberry after puddling treatment raise seedling(a) and dipping root pot culture(b)

表 5 不同生防菌剂处理草莓根系 PPO 活性(A₃₉₈ · U · g⁻¹ · min⁻¹)

Table 5 Root's PPO activities of strawberry after the inoculation with actinomycetes(A₃₉₈ · U · g⁻¹ · min⁻¹)

处理 Treatment	根系 Root	CK 酶活 Enzyme activity	生防菌剂 Biocontrol actinomycetes formulation							
			Act1		Act11		Act12		平均 Average	
			酶活 Enzyme activity	增长率/% Growth rate	酶活 Enzyme activity	增长率/% Growth rate	酶活 Enzyme activity	增长率/% Growth rate	酶活 Enzyme activity	增长率/% Growth rate
拌土育苗	粗根 TR	191.7	213.3	11.3	215.8	12.6	269.2	40.4	232.8	21.4
	细根 THR	108.3	130.0	20.0	132.5	22.3	164.2	51.6	142.2	31.3
	平均 Average	150.0	171.7	15.7	174.2	17.5	216.7	46.0	187.5	26.4
蘸根盆栽	粗根 TR	214.2	274.2	28.0	277.5	29.6	315.8	47.4	289.2	35.0
	细根 THR	138.3	152.5	10.3	180.0	30.2	191.7	38.6	174.7	26.4
	平均 Average	176.3	213.4	19.2	228.8	29.9	253.8	43.0	232.0	30.7

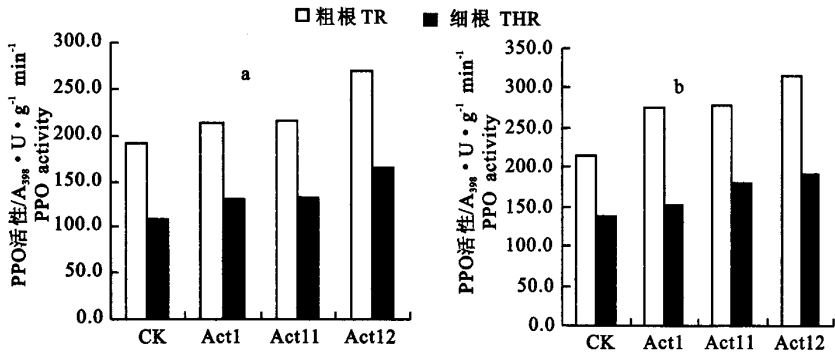


图 5 生防菌剂拌土育苗(a)和蘸根盆栽(b)草莓根系 PPO 活性

Fig. 5 Root's PPO activity of strawberry after puddling treatment raise seedling(a) and dipping root pot culture(b)

在生防菌剂蘸根接种盆栽处理中,接种 Act1,Act11 和 Act12 后草莓新叶 PPO 活性分别较对照提高 17.1%,16.8%和 16.9%,草莓老叶 PPO 活性较对照降低 2.1%~22.1%,表明接种供试生防放线菌可使草莓新叶产生诱导抗性,在衰老叶片中呈相反结果。在相同菌剂接种处理中,草莓新叶 PPO 活性均高于老叶,未接种的呈

相反趋势(图 4b)。

3 种生防菌剂拌土接种后,Act12 对草莓新叶 PPO 活性的提高幅度最大,是 Act1 和 Act11 处理后的新叶 PPO 活性提高幅度的 2.2 倍;蘸根接种后 3 种菌剂对草莓新叶 PPO 活性的提高幅度相差不大。

2.3.2 根系 从表 5 及图 5 看出,接种供试生防

菌后草莓根系 PPO 活性较对照显著提高。

在拌土接种育苗处理中,草莓粗根、细根 PPO 活性较对照分别提高 11.3%~40.4%、20.0%~51.6%。其中 Act12 的诱导效应较强,对草莓粗根和细根 PPO 活性的提高幅度分别为 40.4%和 51.6%(图 5a)。

在蘸根接种盆栽处理中,供试生防放线菌对草莓根系 PPO 活性的诱导效应与拌土接种类似,均表现为接种处理>对照,粗根及细根 PPO 活性的增幅分别为 28.0%~47.4%及 10.3%~38.6%,其中 Act12 对草莓根系 PPO 活性提高幅度最大,粗根和细根 PPO 活性增幅分别为 47.4%和 38.6%(图 5b)。

3 种生防菌剂拌土接种和蘸根接种处理后,Act12 对草莓根系 PPO 活性的提高幅度最大,分别是 Act1 和 Act11 提高幅度均值的 2.8 倍和 1.7 倍。

3 结论与讨论

研究表明,供试放线菌对引起草莓重茬土传病害的 5 种病原菌有明显的皿内拮抗作用;在蘸根和拌土接种条件下,对草莓茎叶和根系生长有明显的促进作用,对根系生长的促进作用尤为显著;能显著提高草莓叶片和根系的 PPO 活性。即供试菌具有防病促生功能,能够抑制草莓土传病致病菌生长、产生诱导抗性,提高草莓对连茬土传病害的抗性;3 株菌代谢产生的生理活性物质对草莓根系生长有显著的促进作用。根系生长量增加对提高草莓对土壤水分养分吸收能力、强化草莓抗御连茬土传病害功能有重要影响。

PPO 为多酚氧化酶,广泛存在于植物中。研究表明,健康叶片多酚氧化酶活性与作物抗病性呈显著相关^[18,19]。植物感病后,多酚氧化酶活性显著增加;抗病品种的酶活性显著高于感病品种^[20,21];提高植株 PPO 活性可增强作物抗病性。在本试验中,供试 3 株生防放线菌制剂均能提高草莓新叶和根系的 PPO 活性,对根系 PPO 活性的提高幅度高达 51.6%,即接种供试放线菌可提高草莓的诱导抗性。特别是根系 PPO 活性提高对增强草莓抵抗根系、根区病原菌侵染有一定效果。田间试验表明,Act11 和 Act12 生防菌剂对草莓重茬病害的防效已达 85%(待发表)。由此可知,Act11 和 Act12 的抗病性与其接种产生的诱导抗性密切相关。

现有关于作物诱导抗性的研究大多集中在各种诱导剂对作物叶片 PPO、PAL 等保护性酶活性的影响方面,而在诱导因子对作物根系保护性酶的影响方面研究很少,尚未看到有关生防放线菌对草莓根系 PPO 活性诱导的报道。对土传病害而言,病原菌作用部位为根系,因此,根系 PPO 活性的研究对于评价生防菌的作用更有意义。本文利用生防放线菌对草莓根系 PPO 活性的影响研究为生防菌抗病机理探索提供了新的思路和证据。

生防菌接种方式很多,蘸根接种比较普遍,但对拌土接种育苗研究不多。本文采用的拌土接种育苗方式对促进根系发育、培育抗病壮苗有明显效果。此外,草莓生防菌研究大多集中在细菌、真菌等方面,对放线菌涉及很少,本文筛选到的 3 株放线菌分别在不同程度上具有刺激草莓根系生长、抑制草莓土传病原菌生长及产生诱导抗性的功能,将为草莓连茬土传病害生物防治提供具有实际防效的菌株。

参考文献:

- [1] 史宝胜,郭润芳,尹家风,等. 3 种防治剂对重茬大棚草莓生长的影响[J]. 农业环境科学学报,2005,24(增刊):38-42.
- [2] 黄亚丽,甄文超,张丽萍,等. 草莓重茬病菌的分离及其生物防治[J]. 生物技术,2005,15(6):74.
- [3] Awuah R T, Lorbeer J W, Methyl bromide and steam treatment of an organic soil for control of Fusarium yellows of celery[J]. Plant Disease, 1991, 75:123-125.
- [4] James P, Jack Norton, Joseph W. Results of the Ir-4 strawberry methyl bromide alternatives program in Florida during 2002[R]. 2003 Annual International Research Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions.
- [5] 高志华,葛会波,李青云,等. Mycokick 菌根对连作草莓的影响[J]. 果树学报,2004,21(2):188-190.
- [6] 马宝红,甄文超,曹克强,等. VAM 真菌对草莓促生、防草莓黄萎病效应初探[J]. 河北农业大学学报,2004,27(4):71-73.
- [7] 高志华,葛会波,李青云,等. 丛枝菌根菌对连作草莓生长及抗重茬能力的影响[J]. 河北果树,2004,(3):5-9.
- [8] 徐淑华,蒋继志,姚克文,等. 两株拮抗细菌对草莓根腐病的抑制作用[J]. 河北农业大学学报,2005,28(3):81-83.
- [9] 屈海泳,罗曼,蒋立科,等. T90-1 木霉菌的筛选和对草莓灰霉病菌作用机制的研究[J]. 微生物学报,2004,44(2):244-247.
- [10] 王占武,李晓芝,刘彦利,等. 拮抗菌防治草莓枯萎病[J]. 中国生物防治,1999,15(4):187.

3株放线菌对草莓的促生作用及对PPO活性的影响

作者：[许英俊](#)，[薛泉宏](#)，[邢胜利](#)，[周永强](#)，[张晓鹿](#)，[郭志英](#)，[杨斌](#)，[林超峰](#)，[孙敬祖](#)，[XU Ying-jun](#)，[XUE Quan-hong](#)，[XING Sheng-li](#)，[ZHOU Yong-qiang](#)，[ZHANG Xiao-lu](#)，[GUO Zhi-ying](#)，[YANG Bin](#)，[LIN Chao-feng](#)，[SUN Jing-zu](#)

作者单位：[许英俊](#)，[周永强](#)，[张晓鹿](#)，[杨斌](#)，[林超峰](#)，[孙敬祖](#)，[XU Ying-jun](#)，[ZHOU Yong-qiang](#)，[ZHANG Xiao-lu](#)，[YANG Bin](#)，[LIN Chao-feng](#)，[SUN Jing-zu](#)([西北农林科技大学生命科学学院](#)，[陕西杨凌](#)，[712100](#)；[西北农林科技大学资源与环境学院](#)，[陕西杨凌](#)，[712100](#))，[薛泉宏](#)，[郭志英](#)，[XUE Quan-hong](#)，[GUO Zhi-ying](#)([西北农林科技大学资源与环境学院](#)，[陕西杨凌](#)，[712100](#))，[邢胜利](#)，[XING Sheng-li](#)([陕西省农技推广总站](#)，[陕西西安](#)，[710003](#))

刊名：[西北农业学报](#) [ISTIC](#) [PKU](#)

英文刊名：[ACTA AGRICULTURAE BOREALI-OccIDENTALIS SINICA](#)

年，卷(期)：[2008](#)，[17](#)(1)

被引用次数：[9次](#)

参考文献(21条)

1. [史宝胜](#); [郭润芳](#); [尹家凤](#) [3种防治剂对重茬大棚草莓生长的影响](#)[期刊论文]-[农业环境科学学报](#) 2005(zk)
2. [黄亚丽](#); [甄文超](#); [张丽萍](#) [草莓重茬病菌的分离及其生物防治](#)[期刊论文]-[生物技术](#) 2005(06)
3. [Awuah R T](#); [Lorbeer J W](#) [Methyl bromide and steam treatment of an organic soil for control of Fusarium yellows of celery](#) 1991
4. [James P](#); [Jack Norton](#); [Joseph W](#) [Results of the Ir-4 strawberry methyl bromide alternatives program in Florida during 2002](#)
5. [高志华](#); [葛会波](#); [李青云](#) [Mycokick菌根对连作草莓的影响](#)[期刊论文]-[果树学报](#) 2004(02)
6. [马宝红](#); [甄文超](#); [曹克强](#) [VAM真菌对草莓促生、防草莓黄萎病效应初探](#)[期刊论文]-[河北农业大学学报](#) 2004(04)
7. [高志华](#); [葛会波](#); [李青云](#) [丛枝菌根对连作草莓生长及抗重茬能力的影响](#)[期刊论文]-[河北果树](#) 2004(03)
8. [徐淑华](#); [蒋继志](#); [姚克文](#) [两株拮抗细菌对草莓根腐病的抑制作用](#)[期刊论文]-[河北农业大学学报](#) 2005(03)
9. [屈海泳](#); [罗曼](#); [蒋立科](#) [T90-1木霉菌的筛选和对草莓灰霉病菌作用机制的研究](#)[期刊论文]-[微生物学报](#) 2004(02)
10. [王占武](#); [李晓芝](#); [刘彦利](#) [拮抗菌防治草莓枯萎病](#)[期刊论文]-[中国生物防治](#) 1999(04)
11. [梁军锋](#); [薛泉宏](#); [牛小磊](#) [7株放线菌在辣椒根部定殖及对辣椒叶片PAL与PPO活性的影响](#)[期刊论文]-[西北植物学报](#) 2005(10)
12. [司美茹](#); [薛泉宏](#); [余博](#) [36株生防菌对辣椒疫病等4种病原真菌的拮抗作用研究](#)[期刊论文]-[西北农林科技大学学报\(自然科学版\)](#) 2005(01)
13. [孙敬祖](#); [薛泉宏](#); [梁军锋](#) [辣椒疫病生防真菌F1的生物学特性及生防作用](#)[期刊论文]-[西北农林科技大学学报\(自然科学版\)](#) 2006(12)
14. [颜霞](#); [朱铭莪](#); [夏育军](#) [西藏亚高山草原土放线菌研究](#)[期刊论文]-[西北农业学报](#) 1999(02)
15. [蔡艳](#); [薛泉宏](#); [陈占全](#) [青海省保护地辣椒根际土壤和根表放线菌研究](#)[期刊论文]-[应用与环境生物学报](#) 2003(01)
16. [牛晓磊](#); [薛泉宏](#); [涂璇](#) [6株生防放线菌对辣椒疫霉的皿内拮抗研究](#)[期刊论文]-[西北农林科技大学学报\(自然科学版\)](#) 2005(01)
17. [高俊凤](#) [植物生理学实验技术](#) 2000
18. [张红生](#); [朱立宏](#); [沙学延](#) [水稻纹枯病抗病性机理的初步研究](#) 1990
19. [李盾](#); [王振中](#); [林孔勋](#) [花生体内几种酶活性与抗锈病的关系](#)[期刊论文]-[华南农业大学学报\(自然科学版\)](#) 1991(03)
20. [王国梁](#); [卢浩然](#); [陈启峰](#) [水稻品种抗瘟性生化鉴定的研究](#) 1986(03)

21. 刘娟;王智;汪宜萱 小麦在叶锈病菌侵染过程中过氧化物酶及多酚氧化酶活性的变化 1989(03)

引证文献(9条)

1. 王相晶, 王晓舟, 张继, 朱兆香, 向文胜, 张匀华 土壤多重抗生素抗性放线菌的筛选及其发酵产物的初步研究[期刊论文]-东北农业大学学报 2011(2)
2. 刘春明, 孙海峰, 郭海勇 堆肥中放线菌的分离及快速培养[期刊论文]-吉林师范大学学报(自然科学版) 2013(3)
3. 胡磊, 景彩虹, 薄乐涛, 达文燕, 杨建文, 姚健, 牛世全 盐碱土壤放线菌的研究概况[期刊论文]-湖北农业科学 2012(13)
4. 张良, 刘好宝, 顾金刚, 宋毓峰, 董连红, 苏玉龙, 李世贵, 雷强, 伍仁军 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[期刊论文]-应用生态学报 2013(10)
5. 牛瑞生, 樊建英, 赵璇, 付雅丽 康照1号放线菌制剂对茄子生长及产量的影响[期刊论文]-河北农业科学 2010(5)
6. 段春梅, 薛泉宏, 赵娟, 呼世斌, 陈秦, 王玲娜, 申光辉, 薛磊 放线菌剂对黄瓜幼苗生长及叶片PPO活性的影响[期刊论文]-西北农业学报 2010(9)
7. 冯轶男, 杨润清 放线菌分离与筛选方法的研究进展[期刊论文]-生物技术 2010(4)
8. 暴增海, 马桂珍, 王淑芳, 葛平华, 付泓润, 周向红 海洋放线菌BM-2菌株对黄瓜的促生作用和诱导抗性研究[期刊论文]-作物杂志 2013(5)
9. 张彦, 车建美, 刘波, 唐乐尘 蜡样芽孢杆菌ANTI-8098A在番茄内的定殖和对青枯病的防治研究[期刊论文]-中国生物防治学报 2011(2)

引用本文格式: 许英俊, 薛泉宏, 邢胜利, 周永强, 张晓鹿, 郭志英, 杨斌, 林超峰, 孙敬祖, XU Ying-jun, XUE Quan-hong, XING Sheng-li, ZHOU Yong-qiang, ZHANG Xiao-lu, GUO Zhi-ying, YANG Bin, LIN Chao-feng, SUN Jing-zu 3株放线菌对草莓的促生作用及对PPO活性的影响[期刊论文]-西北农业学报 2008(1)