

放线菌制剂对连作草莓开花及结果的影响

薛 清¹, 来 航线²

(1. 西北农林科技大学 植物保护学院, 陕西 杨凌 712100; 2. 西北农林科技大学 资源环境学院, 陕西 杨凌 712100)

摘 要: 将 Act 12 菌剂通过撒施、蘸根、撒施+蘸根的方式接种于草莓植株, 分析了 Act 12 菌剂对连作草莓生长的影响。结果表明: 蘸根接种、撒施+蘸根接种开花数分别较对照提高 60.9%、80.4%, 草莓果实数较对照分别提高 43.4%、40.0%; Act 12 菌剂对连作草莓生长有显著增强抗连作障碍的能力。

关键词: 草莓; 放线菌; 连作障碍

中图分类号: S 476; S 668.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2010)06-0177-03

据报道, 2007 年中国草莓栽培面积达 8.6 万 hm^2 , 年产量约 130 万 t, 种植面积和总产量均居世界第一位^[1]。草莓连茬种植产生严重的连作障碍, 导致草莓在结果期大量死亡, 产量和品质大幅度下降。土壤中病原微生物增加及根系分泌自毒物质累积是造成草莓连作障碍的主要原因^[2-5]。生产上常用轮作倒茬、换土、选用抗病品种和溴甲烷化学消毒等方法防治草莓连作障碍, 但效果不佳, 主要原因是老种植区内长期轮作倒茬, 现已无地可倒; 换土工作量巨大, 且不利于土壤肥力的提高; 多抗性的抗病品种选育非常困难; 溴甲烷消毒效果好, 但毒性极强, 易造成人畜伤亡, 对环境造成严重污染, 影响土壤中有益微生物的数量。寻找新的防治途径是目前亟待解决的问题。研究发现, 微生物制剂对草莓连作病害有较好防效^[6-8], 其中生防放线菌 Act 12 制剂对镰刀菌(*Fusarium sp.*)等 4 种草莓土传病害病原菌有专性抑制作用, 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^[9]。试验研究放线菌 Act 12 制剂接种对温室连作草莓开花及结果的影响, 旨在为草莓连作障碍微生物修复提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1.1.1 植物材料 草莓品种“红太后”。

1.1.2 放线菌制剂 由西北农林科技大学资源环境学院微生物资源研究室提供, 代号为 Act 12, 经 16 SrRNA 序列分析, 该菌为密旋链霉菌(*Streptomyces pactum*), 菌

剂所含活菌数为 5.1×10^{10} 个/g, 使用时用草木灰将菌剂稀释 10 倍。

1.2 试验方法

试验于 2007 年 10 月 15 日进行, 设在杨陵区大寨乡杜家坡的日光温室中, 为第 2 年连茬种植。

试验设 4 个处理: 不接菌对照处理(CK); 放线菌剂撒施(Actinomycetes Preparation Broadcasting, 缩写为 APB); 放线菌剂蘸根(Actinomycetes Preparation Root Dipping, 缩写为 APRD); 撒施+蘸根(APB+APRD)。

接种方法: CK, 直接移栽; 撒施 A, 将混合菌剂按 15 g/m^2 用量均匀洒在已整好地的表面, 按常规措施起垄移栽; 蘸根 B, 将待移栽的草莓苗整理成把, 根系对齐, 然后将带土根系与混合菌粉充分接触, 使菌粉均匀粘附在根系表面; A+B, 在撒施接种的基础上再进行蘸根处理。CK 与蘸根 B 均重复 10 垄, 撒施 A 和 A+B 处理均重复 20 垄, 每垄 2 行, 每行 60 株。管理按常规方法进行。

1.3 测试项目

在不同时间调查草莓的开花率、结果率。标准: 有 1 朵花展开者, 为开花株; 凡果实出现红色者, 为红果。每处理抽样调查 4 垄, 按下式计算结果:

$$\text{开花率}(\%) = \frac{\text{开花株数}}{\text{调查株数}} \times 100\%; \text{红果率}(\%) = \frac{\text{红果数}}{\text{总果数}} \times 100\%; \text{菌剂}$$

$$\text{处理增率} \Delta(\%) = \frac{\text{处理} - \text{CK}}{\text{CK}} \times 100.$$

2 结果与分析

2.1 菌剂 Act 12 对草莓开花的影响

由表 1 可知, 放线菌制剂 Act 12 有促进草莓提前开花的作用。从 2007 年 12 月 2 日的结果可知, 撒施、蘸根及撒施+蘸根处理的开花率分别较对照提高 15.2%、60.9%及 80.4%, 效果明显。由于蘸根及蘸根+撒施能保证每株草莓根系上都粘附菌剂, 而撒施时菌剂分布在土壤中, 与草莓根系直接接触的菌数少, 且不能保证每株草莓根系都能接种上菌剂, 故撒施接种促进开花的效

第一作者简介: 薛清(1988-), 男, 陕西白水人, 在读本科, 研究方向植物保护。E-mail: xueqing2004@126.com。

通讯作者: 来航线(1964-), 男, 陕西礼泉人, 博士, 副教授, 现从事微生物生态和微生物资源利用研究工作。

基金项目: 西北农林科技大学“大学生创新实验计划”资助项目(2008021)。

收稿日期: 2009-12-20

果较差。由2007年12月9日的结果可知,蘸根及撒施+蘸根处理的开花率分别较对照提高27.3%、12.5%,但撒施的开花率较对照下降23.9%,可能与撒施接种时草莓根系所接触到的菌数不足有关。

表1 不同接种方法处理开花率(杜家坡, 2007. 12)

处理	调查时间 日/月	开花率					△%
		1	2	3	4	$\bar{X} \pm S$	
CK	2/12	14	8	14	10	11.5±3.00	—
	9/12	48	43	42	43	44±2.71	—
撒施 APB	2/12	15	17	16	5	13.3±5.56	15.2
	9/12	54	34	34	20	35.5±13.99	-23.9
蘸根 APRD	2/12	18	18	26	12	18.5±5.74	60.9
	9/12	49	56	79	40	56±16.67	27.3
APB+ APRD	2/12	25	13	22	23	20.8±5.32	80.4
	9/12	54	38	50	56	49.5±8.06	12.5

2.2 菌剂对产量的影响

由于草莓果实成熟时间不同,不能一次采摘,故产量测定比较困难。鉴于草莓果实的单果重量变化在一定范围,且开花后一般都结果,故可用草莓挂果期某个时间的果实与花朵总数量估测草莓产量。

由表2、表3可知,撒施、蘸根及撒施+蘸根处理草莓总果数分别较对照提高15.0%、43.4%及40.0%,红果数分别提高15.0%、27.5%及9.1%,花果总数分别提高19.8%、30.9%及28.3%。表明接种放线菌制剂Act 12能显著提高连作草莓产量,且蘸根及撒施+蘸根接种的效果优于撒施,蘸根与撒施+蘸根处理差异不大。因此,在使用菌剂时,单用蘸根处理即可。

表2 不同接种处理坐果率、开花数(杜家坡, 2008. 2. 24)

指标	重复	CK	撒施 APB			蘸根 APRD	APB+ APRD		
			1	2	\bar{X}		1	2	\bar{X}
总果数/个·垄 ⁻¹	1	119	223	205	214.0	169	171	260	215.5
	2	150	202	153	177.5	240	153	263	208.0
	3	174	152	136	144.0	275	134	273	203.5
	4	161	157	160	158.5	182	197	240	218.5
	\bar{X}	151	183.5	163.5	173.5	216.5	163.8	259	211.4
	±S	23.5	34.6	29.4	30.3	49.7	26.8	13.8	6.9
红果/个·垄 ⁻¹	1	26	23	16	19.5	30	39	14	26.5
	2	28	42	23	32.5	40	41	28	34.5
	3	29	26	22	24.0	40	38	23	30.5
	4	36	33	17	25.0	42	50	27	38.5
	\bar{X}	29.8	31	19.5	25.3	38	42	23	32.5
	±S	4.3	8.4	3.5	5.4	5.4	5.5	6.4	5.2
花/个·垄 ⁻¹	1	56	51	45	48.0	39	50	33	41.5
	2	26	77	26	51.5	40	23	35	29
	3	55	99	39	69.0	33	17	41	29
	4	26	91	22	56.5	26	18	60	39
	\bar{X}	40.8	79.5	33	56.3	34.5	27	42.25	34.6
	±S	17	21.1	10.8	9.2	6.5	15.6	12.3	6.6

从表3草莓挂果高峰时期开花率调查结果可知,撒施的开花率较对照提高38.0%,蘸根与撒施+蘸根处理的开花率分别较对照降低15.4%与15.2%,也从另一个角度证明菌剂处理确实能促进草莓提前开花,即蘸根与撒施+蘸根处理的果实数、花果总数明显高于对照,同一时期的花数明显低于对照,说明接种处理开花、结果

时间较对照显著提前。另外,撒施处理在草莓盛果期的花数高于对照,反映出撒施处理花数增加但开花较晚,其原因尚待进一步研究。

从表3的红果数可知,撒施、蘸根及撒施+蘸根处理的红果数分别较对照提高15.1%、27.5%及9.1%,也反映出菌剂有促进草莓果实提前成熟的作用。

表3 不同生防菌剂接种处理草莓果实数(杜家坡, 2008. 2. 24)

指标		接种方式			
		CK	撒施 APB	蘸根 APRD	APB+ APRD
总果数/个·垄 ⁻¹	$\bar{X} \pm S$ /个·垄 ⁻¹	151±23.5	173.5±30.3	216.5±49.7	211.4±6.9
	△%	—	15.0	43.4	40.0
红果/个·垄 ⁻¹	$\bar{X} \pm S$ /个·垄 ⁻¹	29.8±4.3	25.3±5.4	38±5.4	32.5±5.2
	△%	—	15.1	27.5	9.1
花/个·垄 ⁻¹	$\bar{X} \pm S$ /个·垄 ⁻¹	40.8±17	56.3±9.2	34.5±6.5	34.6±6.6
	△%	—	38.0	-15.4	-15.2
花+果/个·垄 ⁻¹	$\bar{X} \pm S$ /个·垄 ⁻¹	191.8	229.8	251	246
	△%	—	19.8	30.9	28.3

3 讨论与结论

放线菌剂 Act 12 接种可促进草莓开花。开花时间提前 1 周, 蘸根接种、撒施+蘸根处理开花数分别较对照提高 60.9%、80.4%。开花期提前可使草莓上市时间提前 1 周。

菌剂接种可提高草莓产量, 蘸根、撒施+蘸根可使草莓果实数较对照分别提高 43.4%、40.0%; 可使花+果总数较对照分别增加 30.9%、28.3%, 增产幅度可达到 30% 左右。

葛会波等^[6]的研究表明, 接种微生物制剂可减轻根际病原菌对草莓根系细胞膜的伤害、提高叶片叶绿素含量和植株根系活力, 促进根系分泌自毒物质降解。

许英俊等^[8]通过皿内拮抗试验表明, 放线菌 Act 12 对镰刀菌 (*Fusarium sp.*)、轮枝菌 (*Verticillium dahliae*)、立枯丝核菌 (*Rhizoctonia solani*) 及草莓疫霉 (*P. fragariae Hickm*) 有显著拮抗作用, 并通过拌土育苗和蘸根盆栽试验证明, 接种 Act 12 可使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%; 草莓粗根 PPO 活性分别提高 21.4% 和 35.0%, 细根 PPO

活性分别提高为 31.3% 和 26.3%。该试验结果表明, Act 12 接种对温室连作草莓开花及结果有显著促进作用, 蘸根接种效果优于撒施。

参考文献

- [1] 刘涌泉. 中国草莓种植面积产量均居世界第一 [EB/OL]. http://www.gov.cn/jrzq/2007-01/21/content_502936.htm.
- [2] 张选厚, 贾社全, 李军见. 草莓设施无公害栽培技术 [M]. 西安: 陕西科学技术出版社, 2004: 103-105.
- [3] 张晓玲, 潘振刚, 周晓峰, 等. 自毒作用与连作障碍 [J]. 土壤通报, 2007, 38(4): 781-784.
- [4] Rice E L. Some possible roles of inhibitors in old-field succession [M]. Washington DC: USA National Academy of Sciences 1971.
- [5] Rice E L. Allelopathy (2nd ed) [M]. New York: Academic Press Inc, 1984: 309-315.
- [6] 葛会波, 高志华, 李青云, 等. AS818 菌剂对连作草莓影响的研究 [J]. 河北科技师范学院学报, 2004, 18(2): 14-18.
- [7] 张丽萍, 黄亚丽, 程辉彩. 土壤微生物制剂防治草莓连作病害的研究 [J]. 土壤, 2007, 39(4): 608-609.
- [8] 许英俊, 薛泉宏, 邢胜利, 等. 3 株放线菌对草莓的促生作用及对 PPO 活性的影响 [J]. 西北农业学报, 2007, 16(6): 146-153.

Effects of Actinomycetes Preparation on the Flower and Fruitage of Strawberry

XUE Qing¹, LAI Hang-xian²

(1. College of Plant Protection, Northwest Agriculture and Forestry University, Yangling, Shanxi 712100; 2. College of Resources and Environment, Northwest Agriculture and Forestry University, Yangling, Shanxi 712100)

Abstract: The effects of Act 12 actinomycetes preparation on replant disease of strawberry were studied through inoculating strawberry with Act 12 in the greenhouse. The inoculation was divided into three ways: broadcasting method, root dipping method, the combination of broadcasting and root dipping method. The results showed that the root dipping method, the combination of broadcast and root dipping method can not only improve the number of flower by 60.9% and 80.4% compared with CK, but also enhanced the number of fruitage by 43.4% and 40.0% compared with CK. As a result, it was believed that Act 12 was able to protect strawberry against replant disease remarkably.

Key words: straw berry; actinomycete; replant failure

简 讯

日前从陕西省果业管理局了解到, 2009 年, 陕西省水果栽种面积达 101 万 hm^2 , 总产量达 1 150 万 t, 分别较上年增长 6.4% 和 7.8%, 成为中国水果生产第二大省, 其中苹果和猕猴桃的面积及产量均居全国第一。

陕西省由于特殊的地理和气候条件, 是世界上最适合苹果、猕猴桃生长的地区之一。2009 年, 陕西省新增水果面积 8.26 万 hm^2 , 其中苹果 6.06 万 hm^2 , 苹

果总面积达 53.67 万 hm^2 , 产量达 810 万 t, 分别比上年增长 6.4% 和 8.0%, 产量占全国总产量的 1/3 和世界总产量的 1/8。

2009 年, 陕西省坚持组织果农深入推进优质苹果生产的“大改形、强拉枝、巧施肥、无公害”四项关键技术, 大力推进标准化示范园和生态果园建设, 重点建设了 403 个省级示范园, 培训技术骨干 3 000 多名、果农 170 多万人, 使陕西省优质果率达到 75% 以上。