

邱光,张新凤,李建伟,等.解淀粉芽孢杆菌 B1619 对草莓保苗促生效果[J].江苏农业科学,2019,47(4):98-100.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.04.022

解淀粉芽孢杆菌 B1619 对草莓保苗促生效果

邱光¹,张新凤²,李建伟²,符泽²,陆凡¹

(1.江苏省农业科学院植物保护研究所,江苏南京 210014; 2.江苏省苏科农化有限责任公司,江苏南京 210014)

摘要:解淀粉芽孢杆菌在土壤中广泛存在,特别是在植物根围可以大量聚集,其因生长速度快,抗逆性强,并能产生大量有益于作物生长的次生代谢物,已经成为生物防控土壤问题的优先菌种。在番茄试验的基础上,把生防菌 B1619 引入到草莓种植田中。试验表明,解淀粉芽孢杆菌 B1619 不仅能防控草莓土传病害,而且可提高移栽草莓的成活率,防控效果为 85%~100%。不仅如此,解淀粉芽孢杆菌 B1619 无论是在重茬连作田,还是在新移栽田,其对草莓的营养生长和生殖生长都有显著或极显著促进作用,田间草莓长势显著或极显著高于对照药剂组,草莓第 1 阶段的有效花蕾数明显增多,初花期比对照药剂组提前 7~10 d,初果成熟期比对照药剂组提前 10~15 d,红颜和久香的单果质量增加 23.05%~33.82%。说明该菌株在草莓根围可以快速定殖,防控土传病害,提高草莓抗病性,促进草莓健康生长,提高草莓产量,改善草莓品质。

关键词:解淀粉芽孢杆菌;草莓;土传病害;成活率;营养生长;生殖生长;促生作用

中图分类号: S182;S436.68⁺4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2019)04-0098-03

草莓果实柔软多汁,营养丰富,富含多种维生素,特别是维生素 C,被誉为“水果皇后”^[1],是冬季人们最爱的水果之一。因其适应性强,生育期较长,结果早,可以连续采收,产量高,深受种植户欢迎。

目前,我国草莓生产发展迅速,加之各地在农业产业结构调整过程中,加大对设施农业的投入和支持,草莓在全国各地的栽培规模空前扩大。据统计,仅江苏省草莓种植面积就有 1.93 万 hm²,其中设施栽培面积约占草莓栽培总面积的 70%,约为 1.33 万 hm²^[2]。但是,由于大棚的不可移动性和莓农对利益的追求,草莓连年种植的情况普遍存在,加之莓农对土地的无限掠夺,造成土壤酸化、盐渍化、板结和病虫害逐年加重,育苗困难,成活率不高。为了提高产量,莓农们加大了对化学肥料和农药的使用,虽然短期内控制了病害,提高了产量,但是导致残留、抗药性、再猖獗问题突出。此外,化肥农药大量使用,会导致土壤的板结,同时土壤中微生物菌群平衡被打破,造成的环境和食品安全问题不容忽视。近年来随着草莓产业的发展,草莓连作问题,尤其是土传病害问题日益突出^[3]。

笔者根据多年来田间调查发现,影响草莓生长发育的土传病害主要有枯萎病、红中根腐病、炭疽病、立枯病等,可造成草莓成活率低、矮化、枯黄、死亡等,严重地造成草莓大面积绝产。为了解决这些问题,江苏省农业科学院植物保护研究所联合江苏省苏科农化有限责任公司从土壤生态环境修复角度,研究发现 1 株非常好的拮抗菌株——解淀粉芽孢杆菌 B1619。

解淀粉芽孢杆菌是一种土壤病害拮抗细菌,它是从植物根围土壤中分离得到的,能有效防控大部分土传病害,缓解草

莓连作障碍;还能改善土壤微生物环境,构建土壤健康生态;更能对草莓有一定促生作用,增强其抗病性,为生产绿色有机食品提供安全可靠保障^[4]。为了探索解淀粉芽孢杆菌 B1619 对草莓连作障碍的应用技术,2015—2017 年在江苏省多个草莓基地开展其应用技术研究,现将应用结果总结如下。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验地点为江苏省宿迁市沭阳县、宿迁市泗洪县、盐城市亭湖区黄尖镇、南京市溧水区傅家边村。试验草莓苗为无病培育苗,为当地主栽品种,有红颜、久香、法兰地等。

试验菌株为 1.2 亿芽孢/g 解淀粉芽孢杆菌 B1619 水分散粒剂,由江苏省苏科农化有限责任公司生产。

对照药剂:50% 氰氨化钙(石灰氮)颗粒剂,由宁夏大荣化工冶金有限公司生产;99.5% 氯化苦原液,由大连绿峰化学股份有限公司生产。

1.2 试验方法

栽培方法和种植密度按当地莓农常规方法进行。

由于草莓的种植密度高,一般为 1.5 万~12.0 万株/hm²,在试验示范过程中要考虑当地农户的习惯。施药分 2 次进行,一是定植前土壤处理:田间垄面做好后,在垄面上按一定密度开挖定植穴,将菌粉按 300 kg/hm² 的量均匀分配到定植穴中,再移栽幼苗,将菌粉覆盖在根围;二是定植后根围浇灌:移栽后第 1 次浇水前,按 75 kg/hm² 的量,将生防菌稀释 10 倍量,均匀搅拌,放入喷雾器中,去掉喷头,对准根部浇灌,每株浇灌药液 50 mL。

试验重复:试验在大棚中进行,每个大棚为 1 个处理,划分 3 个小区作 3 次重复。同一大棚内设常规用药作对照。

1.3 调查方法

1.3.1 防病保苗效果测定 移栽后 30~45 d,根据草莓的生长情况,调查每个小区的草莓死亡数量和成活数量,计算草莓

收稿日期:2018-05-16

基金项目:江苏省农业科技自主创新资金[编号:CX(14)2128]。

作者简介:邱光(1967—),男,江苏徐州人,硕士,副研究员,主要从事设施农业生物技术防控研究。E-mail:774222763@qq.com。

通信作者:陆凡,博士,研究员,主要从事农业技术推广研究。

E-mail:lufan@jaas.ac.cn。

的成活率,并挖出病株,调查分析病症原因。

1.3.2 对草莓促生作用测定

1.3.2.1 草莓营养生长情况测定 在草莓移栽后 75~90 d,各地根据大棚草莓的生长情况,进行定点生态指标测定,测定指标包括株高、冠茎、第 3 张叶成长量。每处理行采取随机取样调查方法。

1.3.2.2 草莓生殖生长情况测定 各试验地根据草莓开花现蕾和结果情况,记录统计初开花期时间、果实成熟期时间及平均单果质量。每个大棚采取随机取样调查方法。

1.4 数据处理

采用软件 DPS13.5 进行数据处理,分析各处理间的差异

显著性。

2 结果与分析

2.1 解淀粉芽孢杆菌 B1619 对草莓防病保苗效果

从表 1 的调查结果来看,不同地区大棚草莓土传病害的病因有一定差异性,总的来说,随着草莓大棚栽培年限的增加,草莓土传病害的发病率呈上升趋势,说明常年连作种植,草莓土传病害严重度逐年增加,发病种类增多。用常规化学药剂处理土壤的控病效果不理想,成活率只有 57%~89%。由于草莓苗的采购和育苗成本比较高,这无形中增加了莓农的生产成本。

表 1 2017 年解淀粉芽孢杆菌 B1619 水分散粒剂防病保苗效果

试验地点	草莓品种	大棚栽培年限 (年)	B1619 处理成活率 (%)	对照药剂处理 成活率(%)	增加百分点 (个)	病因
盐城市黄尖镇	红颜	2	100.00A	80B	20	炭疽病、根腐病
	法兰地	2	98.00a	89b	9	炭疽病、根腐病
宿迁市泗洪县	红颜	3	99.00A	82B	17	红中根腐病
南京市傅家边村	红颜	5	95.00A	80B	15	红中根腐病
	红颜	5	90.05A	60B	30	红中根腐病(高架草莓)
宿迁市沭阳县	久香	10	85.00A	57B	28	立枯病、根腐病、炭疽病

注:表中数据为 5 次重复的平均值。同行 B1619 与对照药剂处理间的差异显著性用 LSR 法进行检验。同行数据后不同小写字母、大写字母分别表示在 0.05、0.01 水平上差异显著。

利用解淀粉芽孢杆菌 B1619 水分散粒剂进行土壤处理可以很好地防控土传病害发生,提高移栽草莓的成活率。对于 2~3 年连作大棚,1 次用药可以让草莓成活率达到 98%~100%,比对照药剂处理的高出 9~20 百分点;对于 5 年连作大棚,1 次用药可以让草莓成活率达到 90%~95%,比常规用药提高 15~30 百分点;对于多年栽培(≥7 年)、病害严重的大棚,1 次用药可以使草莓的成活率提高 28 百分点,如果多年连续用药,可以逐渐解决草莓土壤连作障碍问题。

2.2 解淀粉芽孢杆菌 B1619 对草莓营养生长的促进作用

2015 年在盐城市黄尖镇进行 2 个草莓品种的解淀粉芽

孢杆菌 B1619 试验,试验处理 90 d 后进行草莓地上部分营养生长指标调查。从表 2 可以看出,与常规对照药剂处理相比,解淀粉芽孢杆菌 B1619 对红颜草莓的株高、叶柄长和叶生长具有极显著促生作用,而冠茎、叶宽和茎粗的生长情况与对照药剂没有显著性差异,说明该菌株具有较强的纵向促生作用。从红颜草莓整体生长势来看,用 B1619 的试验组极显著好于对照药剂试验组。

对于法兰地品种,解淀粉芽孢杆菌 B1619 处理组的株高、叶柄长与对照药剂处理相比有显著差异,其他形态指标没有显著差异。整体生长势也显著好于对照药剂组。

表 2 2015 年盐城解淀粉芽孢杆菌 B1619 对新大棚草莓的促生作用

品种	处理	株高 (cm)	冠茎 (cm)	叶柄长 (cm)	叶长 (cm)	叶宽 (cm)	茎粗 (cm)	综合评分
红颜	B1619	28.60A	37.00a	12.20A	6.70A	4.78a	4.12a	9.50A
	对照药剂	19.20B	33.20a	7.30B	5.16B	3.78a	3.38a	7.00B
法兰地	B1619	14.80a	31.60a	8.10a	5.86a	5.36a	3.12a	8.50A
	对照药剂	19.00b	28.00a	7.20b	5.18a	5.10a	2.74a	7.00b

注:表中数据为 5 次重复的平均值。同列 B1619 与对照药剂处理间的差异显著性用 LSR 法进行检验。同列数据后不同小写字母、大写字母分别表示在 0.05、0.01 水平差异显著。综合评分根据试验调查人员和种植户给予 10 分标准级打分进行评判。下表同。

2016 在宿迁市沭阳县进行 10 年连作大棚草莓试验,试验品种为久香。土壤处理后 90 d 左右进行地上部分草莓生态形状的调查,从试验的结果(表 3)来看,解淀粉芽孢杆菌 B1619 处理组的各项指标如株高、冠茎、叶柄长、叶长、叶宽、茎粗等与对照药剂组相比有极显著或显著差异。从田间整体生长情况来看,综合评价具有极显著性差异。

2017 年在溧水市傅家边草莓园进行 5 年连作栽培草莓大棚试验,结果见表 4。从草莓生长情况来看,B1619 试验组的株高、叶长、冠茎等指标都极显著或显著高于化学药剂处理组,说明解淀粉芽孢杆菌 B1619 对 5 年连作地草莓具有显著

促生作用。

通过比较 3 年来不同地区不同连作年限草莓生长指标发现,解淀粉芽孢杆菌 B1619 对不同品种草莓都有较强的促生作用;连作年限越长,使用 B1619 对草莓促生作用越显著。

2.3 解淀粉芽孢杆菌 B1619 对草莓生殖生长的促进作用

解淀粉芽孢杆菌 B1619 不仅对草莓营养生长具有促生作用,而且对生殖生长具有较强的促生作用。从 2015—2017 年的试验统计结果(表 5)来看,B1619 对不同的栽培品种(红颜、久香和法兰地)都具有明显促进果实发育功能:首先第 1 阶段有效花蕾数量显著或极显著高于对照药剂组,增加百分

表 3 2016 年宿迁沐阳解淀粉芽孢杆菌 B1619 对十年连作草莓的促生作用

品种	处理	株高 (cm)	冠茎 (cm)	叶柄长 (cm)	叶长 (cm)	叶宽 (cm)	茎粗 (cm)	综合评分
久香	B1619	24.40A	31.90A	11.90A	6.81A	5.24a	3.84a	9.00A
	对照药剂	16.50B	25.00B	6.88B	4.92B	4.16b	2.38b	7.00B

表 4 2017 年溧水傅家边解淀粉芽孢杆菌 B1619 对 5 年连作草莓的促生作用

品种	处理	株高 (cm)	冠茎 (cm)	叶柄长 (cm)	叶长 (cm)	叶宽 (cm)	茎粗 (cm)	综合评分
红颜	B1619	26.44A	30.81a	10.62a	7.21a	5.78a	3.35a	9.00a
	对照药剂	22.14B	27.80b	8.66b	6.38b	5.02a	2.08b	8.00b

比为 14.6% ~ 56.5% ;其次使用 B1619 可以促进初花提前 7 ~ 10 d 开花,初果成熟期比对照药剂提早 10 ~ 15 d;再次,使用 B1619 试验组平均单果质量:红颜草莓品种的单果质量极

显著高于对照组,增加百分比为 23.05% ~ 24.58% ,法兰地草莓品种的单果质量显著高于对照组,增加百分比为 9.87% 。

表 5 2017 年解淀粉芽孢杆菌 B1619 对草莓花果的促生作用

试验地点	草莓品种	处理	第 1 阶段花蕾数 (个)	初花比对照早 (d)	初果成熟比 对照早(d)	平均单果质量 (g)	平均单果质量 增加值(%)	单位面积产量 (kg/hm ²)
盐城市黄尖镇	红颜	B1619	28.2a	7	12	36.3A	23.05	26 430A
		对照药剂	24.6b	—	—	29.5B	—	20 615B
盐城市黄尖镇	法兰地	B1619	19.4A	8	10	42.3a	9.87	28 267a
		对照药剂	12.4B	—	—	38.5b	—	24 310b
南京市傅家边村	红颜	B1619	27.6a	10	15	37.5A	24.58	25 575A
		对照药剂	23.8b	—	—	30.1B	—	22 715B
宿迁市沐阳县	久香	B1619	25.6A	7	10	36.8a	33.82	24 893a
		对照药剂	18.0B	—	—	27.5b	—	22 154b

3 结论与讨论

解淀粉芽孢杆菌 *Bacillus amyloliquefaciens* B1619 是一株来自于番茄根围的生防菌株,它不仅对植物根部病害具有很好的防控效果,而且对植物生长有一定的促进作用。已有研究表明,解淀粉芽孢杆菌可以成功定殖在植物根际、体表或体内,通过与病原菌竞争营养和侵染空间位点,分泌抗菌物质抑制病原菌的生长和扩展,同时激发植物诱导系统抗性,从而抵御病原菌侵染^[5]。张斌等测定出生防菌 B1619 对枯萎病菌有很强的抑制作用,能有效防控枯萎病的发生和为害^[6]。乔俊卿等表明,解淀粉芽孢杆菌 B1619 在番茄根部定殖能力较强,可以随根毛生长而繁殖^[7]。杨晓云等明确解淀粉芽孢杆菌 B1619 对番茄种子萌发和幼苗生长具有较强的促生作用,使番茄的根长、株高和鲜质量明显增加,田间应用过程中可以显著增加番茄果实产量和质量^[8]。本研究将生防菌 B1619 水分散粒剂应用于草莓连作障碍防控方面,结果表明,该菌株可以有效提高草莓土传病害的防控效果,移栽成活率提高 9 ~ 30 百分点。

土壤中施用生防菌 B1619 对草莓根、茎、叶都有显著促生作用,连作年限越长,对草莓促生作用越显著,说明施用该菌种可以显著改善土壤微生物生态环境,解决连作障碍问题。此外,由于该菌种在发酵过程中可以产生大量的生长素、细胞分裂素、赤霉素等物质^[8],在草莓生长过程中,这些物质可以显著地促进花果生长,使初现花蕾数明显增多,初花期比对照药剂组提前 7 ~ 10 d,初果成熟期比对照药剂提前 10 ~ 15 d,平均单果质量也有显著或极显著增加,果实的品质也大大提高,味美甘甜。由于初期草莓提前收获上市,价格比较高,可以大大提高莓农们的经济收入。

通过 3 年来多地试验示范发现,解淀粉芽孢杆菌 B1619 水分散粒剂在防控草莓土传病害和促生方面具有非常明显的功效,在解决大棚草莓重茬连作障碍问题凸显了优越的效果,值得大面积进行推广,造福广大莓农。关于该菌种对草莓各项生理指标的改善和品质提高的生化指标和分子生物学机制,有待进一步研究。

参考文献:

[1] 谭昌华,代汉萍,雷家军. 世界草莓生产与贸易现状及发展趋势(上)[J]. 世界农业,2003(5):10-12,40.

[2] 赵密珍,钱亚明,王壮伟,等. 江苏草莓产业现状与展望[C]//草莓研究进展(IV),2015:444-448.

[3] Cao K Q, Wang S T. Autotoxicity and soil sickness of strawberry (*Fragaria × ananassa*) [J]. Allelopathy Journal, 2007, 20 (1): 103-114.

[4] 王璐瑶,李兴东,段天凤,等. 解淀粉芽孢杆菌 B1619 防控设施番茄枯萎病田间使用技术与示范[J]. 中国生物防治学报, 2017,33(4):512-518.

[5] Lugtenberg B, Kamilova F. Plant - growth - promoting rhizobacteria [J]. Annual Review of Microbiology, 2009, 63:541-556.

[6] 张 斌,杨晓云,刘卹洲,等. 江苏省 3 个番茄种植基地枯萎病菌种群数量监测及生防菌 B1619 的控病效果[J]. 西南农业学报, 2015,28(6):2521-2526.

[7] 乔俊卿,刘卹洲,夏彦飞,等. 生防菌 B1619 在番茄根部的定殖及对根际微生态的影响[J]. 植物保护学报,2013,40(6):507-511.

[8] 杨晓云,陈志谊,蒋盼盼,等. 解淀粉芽孢杆菌 B1619 对番茄的促生作用[J]. 中国生物防治学报,2016,32(3):349-356.