

## 微生物菌剂对保护地草莓产量和效益的影响

张正球<sup>1</sup>, 刘晓梅<sup>2</sup>, 胡曙鋈<sup>3</sup>, 任立凯<sup>2</sup>, 张来振<sup>1</sup> (1. 连云港市耕地质量保护站, 江苏连云港 222000; 2. 连云港市农业科学研究院, 江苏连云港 222000; 3. 连云港市园艺蔬菜技术指导站, 江苏连云港 222000)

**摘要** 为了解微生物菌剂对保护地草莓产量和效益的影响, 通过滴灌施肥试验, 验证了微生物菌剂、大量元素水溶肥及常规肥料在保护地草莓生产上的实际应用效果。结果表明, 施用微生物菌剂进行滴灌施肥, 在增产、节水、节肥、节药等方面综合节本增收效果最为明显。较常规施肥增产 5 943 kg/hm<sup>2</sup>, 增产率 17.33%, 节水 600 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>, 节水率 10.53%, 节水 270 元/hm<sup>2</sup>, 节肥 90 元/hm<sup>2</sup>, 节肥率 20.00%, 节省病虫害防治投入 975 元/hm<sup>2</sup>, 合计节本增收 60 765.0 元/hm<sup>2</sup>。

**关键词** 滴灌施肥; 微生物菌剂; 保护地草莓; 肥效试验

中图分类号 S627 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2020)24-0147-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2020.24.041



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

### Effects of Microbial Agents on Yield and Economic Benefits of Strawberry in Protected Field

ZHANG Zheng-qiu<sup>1</sup>, LIU Xiao-mei<sup>2</sup>, HU Shu-yun<sup>3</sup> et al (1. Lianyungang Cultivated Land Quality Protection Station, Lianyungang, Jiangsu 222000; 2. Lianyungang Academy of Agricultural Sciences, Lianyungang, Jiangsu 222000; 3. Lianyungang Horticultural Vegetable Technical Guidance Station, Lianyungang, Jiangsu 222000)

**Abstract** In order to understand the effect of microbial agents on the yield and efficiency of strawberry production in protected fields, this study was carried out to verify the practical application of microbial agents, water-soluble fertilizers with bulk elements and conventional fertilizers on strawberry production in protected fields through drip irrigation fertilization experiments. The results showed that drip irrigation fertilization with microbial agents was the most effective in yield increasing, as well as water, fertilizer and chemical saving. Compared with conventional fertilization, the application of microbial fertilizer increased yield by 5 943 kg/hm<sup>2</sup>, and the yield increase rate was 17.33%; water saving rate was 10.53% with water saving amount of 600 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> and reduced cost of 270 yuan/hm<sup>2</sup>; fertilizer saving rate was 20.00% with reduced cost of 90 yuan/hm<sup>2</sup>; pest and disease control input was reduced by 975 yuan/hm<sup>2</sup>; total income was increased by 60 765.0 yuan/hm<sup>2</sup>.

**Key words** Drip irrigation fertilization; Microbial agent; Strawberry in protected fields; Fertilization efficiency experiment

草莓(*Fragaria ananassa*)为蔷薇科草莓属多年生草本植物,含有丰富的维生素、胡萝卜素、鞣酸等多种营养物质,具有较高的营养和经济价值,且色泽鲜艳,口感甜美,深受人们喜爱,素有“水果皇后”称号<sup>[1-3]</sup>。连云港市常年种植草莓 0.33 万 hm<sup>2</sup> 以上,以日光温室和塑料温室生产保护性栽培为主,搭配露天种植,黄川镇为我国草莓种植第一镇。草莓生产的快速发展,带来的土壤连作障碍问题日趋严重,土壤生态破坏加剧,病虫害增加,草莓的可持续发展受到制约<sup>[4]</sup>。微生物菌肥的施用能很快增殖形成群体优势,并分解土壤中被固定的氮、磷、钾元素,固定空气中游离的氨以供植物吸收利用;同时,微生物菌的活动可改善土壤理化性状、提高土壤有机质含量<sup>[5]</sup>。

水肥一体化技术是将灌溉与施肥融为一体的农业新技术,它是通过压力管道系统与安装在末级管道上的灌水器,将肥料溶液以较小流量均匀、准确地直接输送到作物根部附近的土壤表面或土层中的灌水和施肥方法,可以把水和养分按照作物生长需求,定量、定时直接供给作物。笔者运用滴灌施肥技术将微生物菌剂等肥料输送到保护地草莓的根部,研究其对草莓产量及效益的影响,旨在验证滴灌条件下微生物菌剂在保护地草莓生产上的实际应用效果,为生产实践提供技术支撑。

## 1 材料与与方法

### 1.1 试验地概况

试验于 2018 年 11 月 6 日至 2019 年 6 月

26 日在连云港市赣榆区沙河镇(连云港市传亮草莓种植专业合作社)进行。该试验地地形平坦,地面海拔 9 m,土壤肥力中等,试验地点土壤基本理化状况:供试土壤包浆土,质地砂壤,有机质 19.16 g/kg,全氮 1.26 g/kg,有效磷 15.48 mg/kg,速效钾 90.5 mg/kg, pH 6.8。

### 1.2 试验材料

**1.2.1 供试肥料。**复混肥料:由江苏好徕斯肥业有限公司生产, N+P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>+K<sub>2</sub>O ≥ 45% (15-10-20), 产品剂型为颗粒剂。微生物菌剂:由连云港伟诺生物科技有限公司生产提供,有效活菌(枯草芽孢杆菌) ≥ 5 亿/mL, CaO ≥ 280 g/L, 产品剂型为水剂。大量元素水溶肥料:由山东泰宝生物科技股份有限公司生产提供, N+P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>+K<sub>2</sub>O ≥ 40%, B+Zn ≥ 0.5%, Mg ≥ 0.1%, 产品剂型为水剂。

**1.2.2 供试作物。**供试作物为草莓,品种为红颜,在钢架大棚内栽培,行株距 35 cm × 22 cm, 大行距 75 cm, 栽培密度为 120 000 株/hm<sup>2</sup>。

**1.3 试验设计** 设 3 个处理(表 1), 每个处理 3 次重复, 共 9 个小区, 小区面积为 28 m<sup>2</sup> (0.7 m × 40.0 m), 小区间间隔 1 m, 随机区组排列。采用滴管施肥技术, 各处理基肥一致, 于 2018 年 8 月 20 日施入, 2018 年 8 月 30 日定植, 分别在 2018 年 11 月 6 日、11 月 20 日、12 月 5 日进行追肥, 全生育期共追肥 3 次, 整个生育期施肥量见表 1。其中复混肥单次追肥对水量为 140 m<sup>3</sup>, 微生物菌剂单次追肥对水量为 120 m<sup>3</sup>, 大量元素水溶肥料单次追肥对水量为 110 m<sup>3</sup>。在草莓整个生长期, 其他农艺措施基本一致。2018 年 12 月 20 日开始采收, 并于采收前调查各处理植株生物学性状, 2019 年 6 月 26 日

**作者简介** 张正球(1979—), 男, 江苏灌南人, 高级农艺师, 硕士, 从事农作物技术推广及土壤肥料研究。

**收稿日期** 2020-07-30

采收结束,计算各处理产量,并统计分析经济效益成本。

表1 不同处理肥料投入情况

Table 1 Fertilizer inputs under different treatments

处理 Treatment	基肥 Base fertilizer		追肥 After manuring			
	种类 Species	施用量 Application amount//kg/hm <sup>2</sup>	种类 Species	发芽期 Germination period kg/hm <sup>2</sup>	开花结果期 Flowering and fruiting stage//kg/hm <sup>2</sup>	膨果期 Fruit swelling period kg/hm <sup>2</sup>
常规施肥(CK) Conventional fertilization	复混肥	450	复混肥	150	150	150
微生物菌剂 Microbial agent	复混肥	450	微生物菌肥	75	75	120
大量元素水溶肥 Mass element water soluble fertilizer	复混肥	450	水溶肥	75	75	150

1.4 数据分析 采用 Microsoft Excel 2010、SAS 软件进行数据处理。

## 2 结果与分析

2.1 不同处理对草莓植物学性状的影响 从表2可以看出,施用大量元素水溶肥、微生物菌剂进行滴灌,草莓各项植物

学性状指标均高于常规施肥处理组。其中微生物菌剂处理,草莓株高、每株花序数、单株果数、单株产量最高,分别为13.2 cm、5.9个、12.8个、335.4 g;大量元素水溶肥料处理,每序花数、最大果重、单果重最高,分别为6.8朵、53.5 g、26.27 g。

表2 不同处理对草莓植物学性状的影响

Table 2 Effects of different treatments on strawberry botany characters

处理 Treatment	株高 Plant height cm	单株花序数 Number of panicles per plant//个	每序花数 Number of flowers per panicle//朵	单株果数 Number of fruit per plant//个	最大果重 The weight of biggest fruit//g	单果重 The average weight of fruits//g	单株产量 Yield per plant//g
常规施肥(CK) Conventional fertilization	12.6	5.2	6.1	11.7	48.6	24.43	285.8
微生物菌剂 Microbial agent	13.2	5.9	6.6	12.8	52.1	26.20	335.4
大量元素水溶肥 Mass element water soluble fertilizer	12.9	5.6	6.8	12.4	53.5	26.27	325.7

2.2 不同处理对产量的影响 施用微生物菌剂处理和采用大量元素水溶肥处理的草莓产量均显著高于常规施肥处理,两者之间无显著差异(表3)。其中施用微生物菌剂处理,平均产量为40 234.5 kg/hm<sup>2</sup>,较常规施肥增产5 943 kg/hm<sup>2</sup>,增产率为17.33%,施用大量元素水溶肥料处理,平均产量为39 079.5 kg/hm<sup>2</sup>,较常规施肥增产4 788.0 kg/hm<sup>2</sup>,增产率为13.96%。

## 2.3 效益分析

2.3.1 节水效益。不同肥料处理用水量分析表明(表4),施用微生物菌剂、大量元素水溶肥处理用水量均少于常规施肥处理,较常规施肥处理水分生产率分别提高31.06%、35.22%。其中,大量元素水溶肥料处理节水量、节水率、节水投资及水分生产率最高,分别为900 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>、15.79%、405元/hm<sup>2</sup>、122.1kg/hm<sup>2</sup>,微生物菌剂处理节水量、节水率、

节水投资及水分生产率分别为600 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>、10.53%、270元/hm<sup>2</sup>、118.35 kg/hm<sup>2</sup>。

表3 不同处理对草莓产量的影响

Table 3 Effects of different treatments on strawberry yield

处理 Treatment	小区产量 (28 m <sup>2</sup> ) Yield per plot//kg	产量 Yield kg/hm <sup>2</sup>	较CK±	
			增产 Increased yield kg/hm <sup>2</sup>	比例 Percentage %
常规施肥(CK) Conventional fertilization	96.0 b	34 291.5	—	—
微生物菌剂 Microbial agent	112.6 a	40 234.5	5 943.0	17.33
大量元素水溶肥料 Mass element water soluble fertilizer	109.4 a	39 079.5	4 788.0	13.96

注:同列不同小写字母表示不同处理间差异显著(P<0.05, Duncan氏新复极差法)

Note: Different lowercase letters in the same column indicated significant difference (Duncan New Multiple-Range Test, P<0.05)

表4 不同处理用水量

Table 4 Water consumption under different treatments

处理 Treatment	用水总量 Water consumption m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	节水量 Water-saving amount m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	节水率 Water conservation rate//%	节水效益 Water conservation benefits//元/hm <sup>2</sup>	水分生产率 Water productivity kg/hm <sup>2</sup>
常规施肥(CK) Conventional fertilization	5 700	—	—	—	90.30
微生物菌剂 Microbial agent	5 100	600	10.53	270	118.35
大量元素水溶肥料 Mass element water soluble fertilizer	4 800	900	15.79	405	122.10

注:水价按0.45元/m<sup>3</sup>计算

Note: The water price is calculated at 0.45 yuan/m<sup>3</sup>

2.3.2 节肥效益。从表5可以看出,微生物菌剂处理较常规

施肥节约肥料成本90元/hm<sup>2</sup>,节肥率达20.00%,大量元素水

溶肥料处理节约肥料成本 120 元/hm<sup>2</sup>, 节肥率达 16.67%。

表 5 不同处理肥料投入情况

Table 5 Fertilizer input under different treatments

处理 Treatment	基肥 Base fertilizer		追肥 After manuring		肥料投入成本 Fertilizer input cost 元/hm <sup>2</sup>	节肥效益 Fertilizer saving benefit 元/hm <sup>2</sup>	节肥率 Section fertilizer rate %
	品种 Species	施用量 Application amount kg/hm <sup>2</sup>	品种 Species	施用量 Application amount kg/hm <sup>2</sup>			
常规施肥 (CK) Conventional fertilization	复合肥料	450	复合肥料	450	2 340	—	—
微生物菌剂 Microbial agent	复合肥料	450	微生物菌剂	270	2 250	90	20.00
大量元素水溶肥料 Mass element water soluble fertilizer	复合肥料	450	水溶肥料	300	2 220	120	16.67

注:按照复合肥料 2.6 元/kg、微生物菌剂 4.0 元/kg、大量元素水溶肥料 3.5 元/kg 计算

Note: According to the composite fertilizer 2.6 yuan/kg, microbial agent 4.0 yuan/kg, large amount of element water-soluble fertilizer 3.5 yuan/kg

**2.3.3 减少病虫害防治成本分析。**采用滴灌施肥,有利于保持地温气温,减少水分蒸发,明显降低温室内空气湿度。调查结果表明,采用滴灌施肥,温室内地温提高 0.8 ℃,气温提升 1.3 ℃,湿度降低 18% 左右,很大程度上减少了病虫害的发生,从而减少了农药和防治成本的投入,提高了作物品质。

**2.3.4 综合效益分析。**从表 6 可以看出,草莓采用滴灌施肥,具有显著的经济效益。大量元素水溶肥料处理、微生物菌剂处理分别较常规施肥处理增效 49 155、60 765 元/hm<sup>2</sup>。

表 6 不同处理经济效益

Table 6 Benefits of different treatments 元/hm<sup>2</sup>

处理 Treatment	增产效益 Yield increase benefits	节水效益 Water con- servation benefits	节肥 效益 Fertilizer saving benefit	节省农 药投入 Save pesticide input	合计 Total
常规施肥 (CK) Conventional fertilization	—	—	—	—	—
微生物菌剂 Microbial agent	59 430	270	90	975	60 765
大量元素水溶肥料 Mass element water soluble fertilizer	47 880	405	120	750	49 155

注:草莓按 10 元/kg 计算

Note: Strawberry is calculated at 10 yuan/kg

### 3 结论与讨论

滴灌施肥技术是利用滴灌设施将作物需要的养分、水分最低限度地供给,使其限定在作物根域 25 cm 左右,能有效控制水分、肥料,满足作物生长需要,在作物的不同生育阶段,将所需的不同养分配比的肥料和水分,分多次少量,适时、适量地满足作物生长的需要,有利于作物吸收养分,提高肥料利用率<sup>[6-7]</sup>。该研究采用滴灌施肥方式,比较了大量元素水溶肥、微生物菌剂、常规肥料对草莓植物学性状的影响,结果表明,施用大量元素水溶肥、微生物菌剂滴灌对草莓植物学性状指标具有一定的促进作用,这与前人的研究结果相一致<sup>[8-9]</sup>。从草莓产量来看,施用微生物菌剂、大量元素水溶肥较常规施肥均具有增产效果,其中施用微生物菌剂对草莓的增产效果最好,较大量元素水溶肥处理增产 1 155 kg/hm<sup>2</sup>,

较常规施肥处理增产 5 943 kg/hm<sup>2</sup>。这一结果与董胜旗等<sup>[10]</sup>、庄秋丽等<sup>[11]</sup>、贾娟等<sup>[12]</sup>、陈剑山等<sup>[13]</sup>的研究结果相一致。这可能是因为微生物菌剂的施用对土壤生态环境具有改善作用,并促进作物根部的生长,利于养分吸收。

通过综合效益分析可知,在草莓种植过程中采用滴灌施肥方式施用微生物菌剂在增产、节水、节肥、节药等方面综合节本增收效果最为明显,较常规施肥增产 5 943 kg/hm<sup>2</sup>,增产率 17.33%,节水 600 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>,节水率 10.53%,节水 270 元/hm<sup>2</sup>,节肥 90 元/hm<sup>2</sup>,节肥率 20.00%,节省病虫害防治投入 975 元/hm<sup>2</sup>,合计节本增收 60 765 元/hm<sup>2</sup>。由此可知,采用滴灌施肥,施用微生物菌剂能有效增加草莓经济效益,可作为一种施肥模式大面积推广应用。但同时还需要深入研究在不同剂量下施用微生物菌剂,以及与大量元素水溶肥配施对草莓产量的影响,以期寻找最适合应用剂量,为以后的推广应用提供技术支撑。

### 参考文献

- [1] 王淑珍,周历萍,余红.13 个草莓品种果实品质和抗氧化性能比较[J].安徽农业科学,2017,45(29):33-36.
- [2] 陈卫平.不同草莓品种果实品质的比较研究[J].江西农业学报,2010,22(9):46-48.
- [3] 王晓立,韩浩章,苗昌云,等.草莓栽培现状与栽培方式概述[J].安徽农学通报,2020,26(10):36-37,116.
- [4] 李星月,肖连康,李其勇,等.连作栽培对露地草莓根际土壤真菌群落结构的影响[J].西南农业学报,2018,31(12):2514-2519,2741.
- [5] 周艳孔.不同叶面肥喷施对大棚草莓生长和品质的影响[J].上海农业科技,2019(1):99-100.
- [6] 王健,张建青.设施草莓滴灌施肥技术的效果研究[J].中国土壤与肥料,2008(1):78-79.
- [7] 陶云彬,杨佳佳,章哲,等.水溶肥滴灌施肥对草莓产量、品质和肥料养分生产率的影响[J].浙江农业科学,2019,60(5):754-755,757.
- [8] 李育静.TBS 微生物菌剂在温室草莓上的应用试验研究[J].农业科技通讯,2014(6):127-129.
- [9] 王春花.“海垦生”海藻生物肥在温室草莓上的肥效试验[J].北方果树,2013(1):13,16.
- [10] 董胜旗,郭晓慧,王艳霞,等.施用氨基酸水溶肥和复合微生物菌剂对草莓生长与产量和品质的影响[J].现代农业科技,2019(23):64-65.
- [11] 庄秋丽,黄玉波,李伟锋,等.拌种专用菌剂及氨基酸水溶肥料在玉米上的应用效果[J].农业科技通讯,2015(7):54-55.
- [12] 贾娟,李硕,高夕彤,等.氨基酸水溶肥与菌剂配施对松花菜生长及土壤生态特征的作用效果[J].河北农业大学学报,2018,41(1):17-23.
- [13] 陈剑山,李鹏,张曼丽,等.氨基酸水溶肥与微生物菌剂混用抑制豇豆枯萎病的效果[J].中国植保导刊,2015,35(8):52-53.

(上接第 123 页)

[9] 程军国,秦涛,孙晓敏,等.开发性金融支持产业精准扶贫融资模式:以赣州市油茶贷款项目为例[J].林业经济问题,2019,39(4):407-412.

[10] 秦涛,张艳红,吴今,等.开发性金融支持国家储备林基地建设案例分析:以广西国家储备林项目为例[J].林业经济,2018,40(1):56-60.

[11] 王燕.政策性银行支持林业的经济学原理[J].经济视角,2011(35):110-111.