

杨振华,张迪. EM 菌液对不同基因型草莓果实产量及品质的影响[J]. 江苏农业科学,2021,49(22):141-146.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2021.22.025

EM 菌液对不同基因型草莓果实产量及品质的影响

杨振华,张迪

(杨凌职业技术学院,陕西杨凌 712100)

摘要:为探索 EM 菌剂对陕西省设施草莓果实产量及品质的影响,以清水为对照,研究 100、200、300、400 倍 EM 菌发酵稀释液灌根对设施草莓产量指标和果实品质指标的影响。经过 2 年试验,结果表明,设施草莓利用 EM 菌发酵液灌根可以有效提高花枝数、花朵数、产量等相关产量指标和可溶性固形物含量、还原糖含量、糖酸比等相关果品质量指标。其中 400 倍稀释液处理对 2 个品种的花枝数、花朵数增效明显。4 个处理的红颜品种平均单果质量和最大单果质量 2 个指标高于章姬品种。章姬和红颜品种最大产量为 2017 年 400 倍稀释液处理,分别为 62 787、65 060 kg/hm²,分别较 CK 增产 8.50%、11.21%;2 个品种 4 个处理的还原糖含量都显著高于 CK,其中 400 倍稀释液处理较优。章姬品种 4 个处理还原糖含量整体高于红颜,红颜品种的 4 个处理可滴定酸含量和硬度高于章姬品种,其中 400 倍稀释液处理下的 2 个品种硬度最大,分别为 0.408、0.698 kg/cm²。2 个品种的 300 倍、400 倍稀释液处理的维生素 C 含量指标较优。通过主成分分析得知,2 个品种所有 EM 菌处理均能改善草莓的单位面积产量和果实品质,就从产量和品质而言,400 倍稀释液处理的效果较好。

关键词:EM 菌液;草莓;产量;品质;主成分分析

中图分类号:S668.406 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2021)22-0141-05

设施草莓在农业经济作物中的比重逐年增大,但相比我国草莓种植发达地区,陕西省设施草莓品质和产量提升空间很大,探究主要原因是设施内常年单一作物种植和过量的化肥农药使土壤盐碱化程度加重,有益微生物减少,有害病原菌大量滋生。孔庆宇等利用 EM 菌可提高甜樱桃植株的生理特性及根系活力^[1]。EM 菌是一种复合菌群,含有 70 种微生物,是一种活菌制剂,可以调节土壤 pH 值和降低土壤盐度,具有解磷、溶钾、固氮、释放土壤微量元素的能力^[2-6]。但鲜见 EM 菌在草莓种植应用上的研究报道,为此本研究选用陕西关中地区主栽品种章姬和红颜,以清水为对照,研究 EM 菌发酵液定量灌根对草莓产量和品质的影响,以期为 EM 菌在陕西关中地区设施草莓生产上的应用与推广提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1.1.1 EM 菌 EM 菌原液购自上海三胜生物科技有限公司。

1.1.2 草莓定植苗 草莓定植苗品种为章姬和红颜,由杨凌九魅园草莓研究所提供。

1.2 试验地概况

2 个待试品种于 2016 年和 2017 年连续 2 年在杨凌职业技术学院大学生种植园创业基地的标准化温室种植,在标准化温室内采用高垄双行栽培,垄高 35 cm,小行距 25 cm,大行距 55 cm,南北起垄,每垄长 600 cm,株距 20 cm,每垄定值 60 株,每个小区 3 垄,面积为 20 m²。试验地土壤肥力:土壤 pH 值为 8.57,有机质含量为 1%,水解氮含量为 99.3 mg/kg,有效磷含量为 47.6 mg/kg,速效钾含量为 125.1 mg/kg。

1.3 样品采集及测定

1.3.1 EM 菌液扩繁发酵 菌种扩繁发酵在杨凌职业技术学院发酵综合实验室进行,将 EM 菌液在厌氧液体搅拌发酵罐内发酵,发酵周期为 7 d,pH 值控制在 3.5 左右,控温 30~32℃。发酵液配方(质量百分比):200 L 发酵罐中含 EM 菌液 5%、红糖

收稿日期:2020-12-30

基金项目:陕西省重点项目农业领域一般项目(编号:2020NY-051);杨凌职业技术学院科研项目(编号:A2019050);杨凌职业技术学院草莓产业发展基地建设项目(编号:YZJD025)。

作者简介:杨振华(1981—),男,甘肃泾川人,硕士,副教授,主要从事设施草莓标准化栽培技术的研究及推广工作。E-mail:478548425@qq.com。

4%、尿素 0.2%、玉米粉 3% 和豆饼粉 2%, 发酵完成后孢子浓度为 1.2×10^{10} 个/mL^[7-9]。

1.3.2 试验设计 EM 发酵液设 100、200、300、400 倍 4 个稀释倍数处理和 1 个清水对照, 分别记为 T1、T2、T3、T4 和 CK。每个品种每个稀释倍数为 1 个小区(20 m²), 3 次重复, 以平均值统计各项数据。选择草莓定植后 7 d、新叶期、现蕾期、青果期和白果期 5 个生长期进行灌根, 每次 25 mL/株。

1.3.3 指标测定 测定 2 年每个小区花枝数、花朵数、最大单果质量、单位产量, 以及维生素 C、可溶性固形物、还原糖含量等指标。

1.3.4 试验方法 待头茬花花芽分化结束后 10 d 随机统计每个小区的花枝数、花朵数。待头茬果成熟后分别在 3 个重复小区随机取 5 个点进行采摘果实, 用天平测定最大单果质量和单位产量, 用可溶性光度计测定可溶性固性物含量, 使用 GY-1 型果实硬度计法测定果肉硬度, 维生素 C 含量用 2,6-二氯酚靛酚滴定法测定, 利用氢氧化钠溶液滴定法测定果实中可滴定酸含量, 用 3,5-二硝基水杨酸比色法(DNS 法)测定还原糖含量^[10-12]。

1.4 数据处理

方差分析采用 Excel 2010 和 SPSS 19.0 对数据

进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 EM 菌液对不同基因型草莓产量与农艺形状的影响

从表 1 可知, 不同处理章姬和红颜 2 个品种在 2 年内的花枝数、花朵数、平均单果质量、一级果最大单果质量和产量指标的变化。花枝数: 2 个品种 2 年内均以 T4 处理较高, 且在 2017 年达到最高, 分别为 3.7、3.6 个, 2 年来 T4 都与其他处理间差异显著。花朵数: 章姬在 2016 年 T1、T2、T4 与 CK 差异显著, 在 2017 年 T3、T4 与 CK 差异显著。红颜在 2016 年 T2、T3、T4 相互之间存在差异显著, T3 最低, 为 15.34, 在 2017 年, 红颜花朵数 T3 与 T4 接近但都与 T1 差异显著。平均单果质量: 2016 年的章姬 T1 显著高于其他处理, 红颜 T4 显著高于 T1、CK。2017 年章姬 T2 显著高于 T3、T1、CK, 红颜 T3 显著高于其他处理及 CK, 章姬和红颜的平均单果质量最大分别为 42.15、45.89 g。一级果最大单果质量: 2016 年章姬 T4 最大, 为 61.20 g, 且显著高于其他处理, 红颜 T1 与 T2 无显著差异, 但都显著高于 T3、T4、CK, 2017 年章姬 T1 显著高于其他处理及

表 1 EM 菌液对不同基因型草莓产量和农艺形状的影响

年份	品种	处理	花枝数 (个)	花朵数 (个)	平均单果质量 (g)	一级果最大单果 质量(g)	产量 (kg/hm ²)
2016	章姬	T1	2.9bc	18.34b	41.32a	58.67c	57 893b
		T2	3.2b	22.45ab	38.10bc	60.23b	59 231ab
		T3	2.6c	16.34c	37.51c	57.23c	56 890c
		T4	3.3a	23.21a	39.90b	61.20a	60 232a
		CK	2.8bc	14.23c	36.22c	55.28d	55 342d
	红颜	T1	2.1b	19.23ab	42.89b	71.92a	62 440b
		T2	1.9c	17.34b	43.13ab	72.14a	61 670c
		T3	1.9c	15.34c	43.89ab	69.21bc	62 690b
		T4	2.5a	20.21a	44.89a	71.32b	63 123a
		CK	1.9c	17.23b	38.13c	68.21c	60 721d
2017	章姬	T1	2.3c	18.15c	40.32b	59.07a	59 098c
		T2	2.9bc	20.19bc	42.15a	57.90b	61 090b
		T3	3.4b	22.16b	39.56c	56.80c	59 090c
		T4	3.7a	23.56a	41.33ab	55.97d	62 787a
		CK	2.2c	20.27bc	37.90d	56.98c	57 867d
	红颜	T1	3.0b	17.38b	43.13c	71.98b	63 600b
		T2	3.3ab	19.69ab	44.78b	73.89a	62 670c
		T3	3.7a	21.47a	45.89a	70.89c	64 900a
		T4	3.6a	21.31a	42.87c	73.12a	65 060a
		CK	2.5c	17.67b	43.09c	70.19c	58 500d

注: 同一品种同列数据后不同小写字母表示差异显著(P<0.05)。

CK, 红颜 T2 最大, 为 73.89 g, 与 T4 差异不显著, 但与 T1、T3、CK 差异显著。产量方面, 红颜的产量高于章姬, 2017 年 2 个品种产量普遍高于 2016 年, 2 个品种 2 年内的 T4 处理高于其他处理, 2 个品种最高产量分别达到 62 787、65 060 kg/hm²。

2.2 EM 菌液对不同基因型草莓果实品质的影响

2.2.1 可溶性固形物含量 从图 1 分析得出, 2 个品种在 2 年内所有处理的可溶性固形物含量都显著高于 CK。章姬品种在 2 年内 T4 处理都显著高于

T2, 红颜 T4 处理显著高于 T2、T3 处理。红颜的可溶性固形物含量相同处理高于章姬品种。

2.2.2 还原糖含量 从图 2 分析得出, 2016 年 2 个品种的 T4 处理显著高于 T2 处理及 CK; 2017 年章姬 4 个处理之间无显著差异, 但显著高于 CK, 红颜 T1 与 T4 接近, 两者显著高于 T2、T3、CK, 2 个品种 2 年内还原糖含量不同处理相互差异与可溶性固形物含量(图 1)相似, 表明草莓还原糖占可溶性固形物的比重较大。

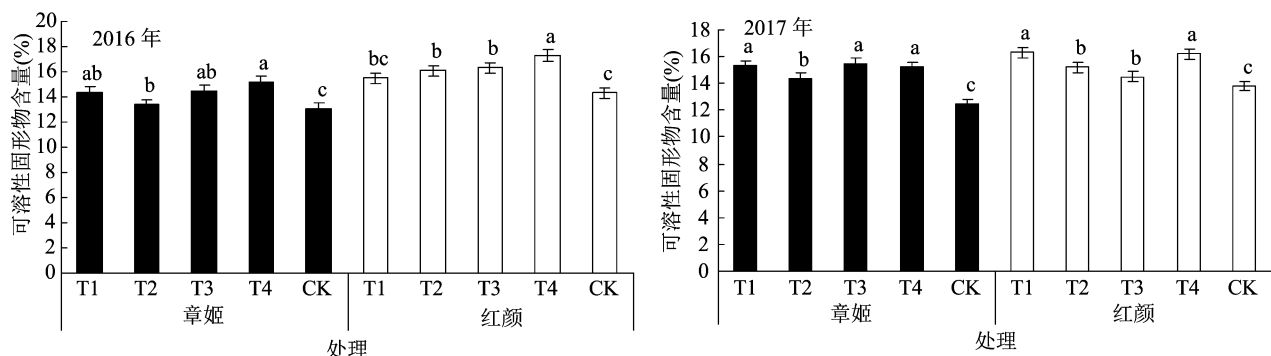


图1 EM 菌液对不同基因型草莓可溶性固性物含量的影响

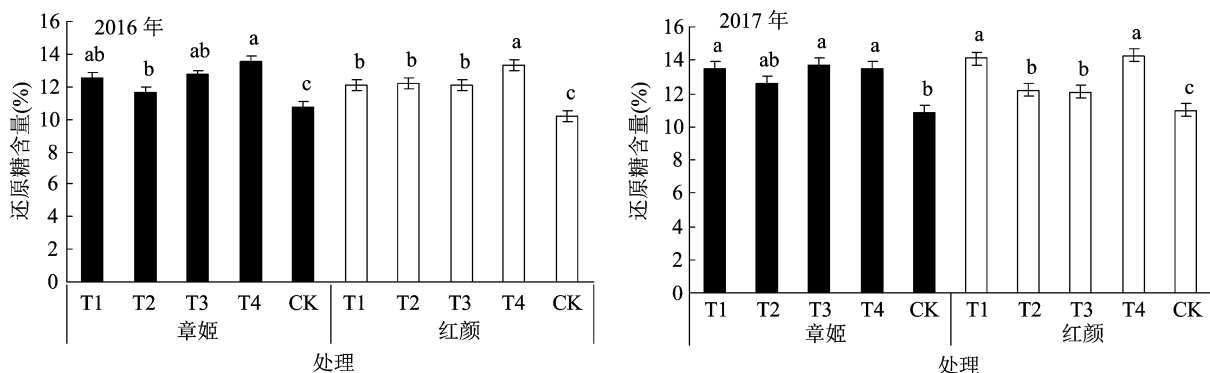


图2 EM 菌液对不同基因型草莓还原糖含量的影响

2.2.3 可滴定酸含量 从图 3 可见, 不同处理 2 个品种 2 年间的可滴定酸含量指标的变化, 红颜的可滴定酸含量整体高于章姬。2 年的章姬品种处理间变化相似, T4 与 T1 无显著差异, 但都显著高于 T3

和 CK; 2016 年红颜最大值为 T4, T1、T2、T3、T4 之间无差异但都高于 CK。2017 年章姬各处理间可滴定酸含量变化不大, 红颜可滴定酸含量 T3 较为突出。

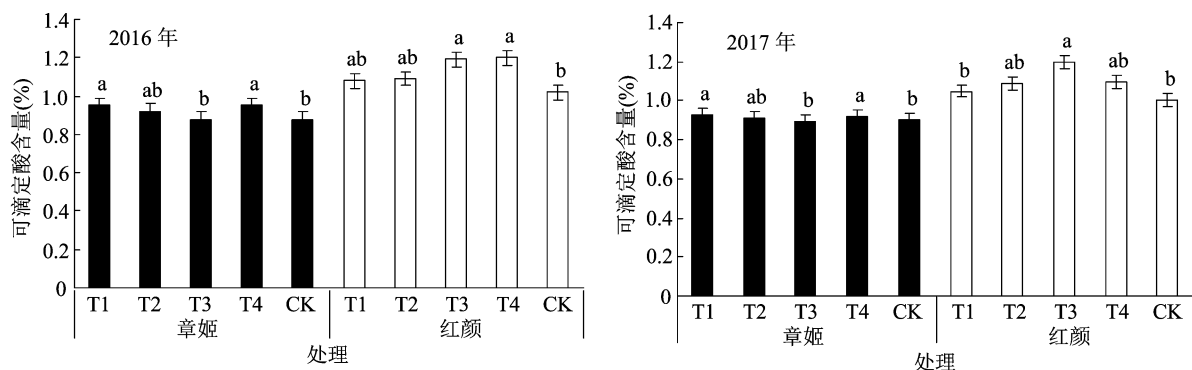


图3 EM 菌液对不同基因型草莓可滴定酸含量的影响

2.2.4 糖酸比 从图 4 可见,章姬品种 2 年的处理间相互差异无变化,都是 T3 与 T4 无显著差异,但两者与 T2 和 CK 差异显著,其中 T3 处理最高,分别

达到了 14.43、15.39;红颜 T4 处理在 2 年内都高于 T3 与 CK,最大值为 2017 年 T1 处理,为 13.24。

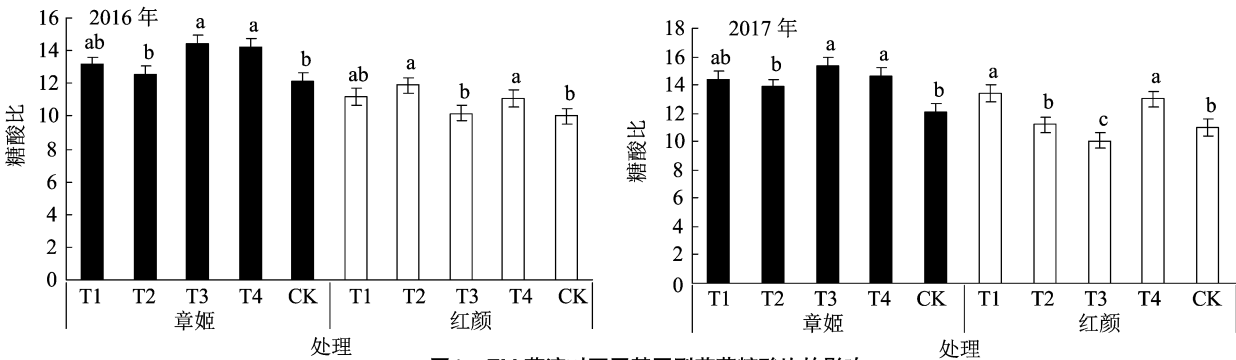


图4 EM 菌液对不同基因型草莓糖酸比的影响

2.2.5 维生素 C 含量 从图 5 可见,2 年间除了 2016 年的章姬品种外,其他处理的维生素 C 含量都显著高于 CK,2017 年各处理维生素 C 含量普遍高于

2016 年处理,其中章姬在 2017 年的 T4 处理最高,达到 1.25 mg/100 g,红颜 T3 处理最高,为 1.37 mg/100 g。

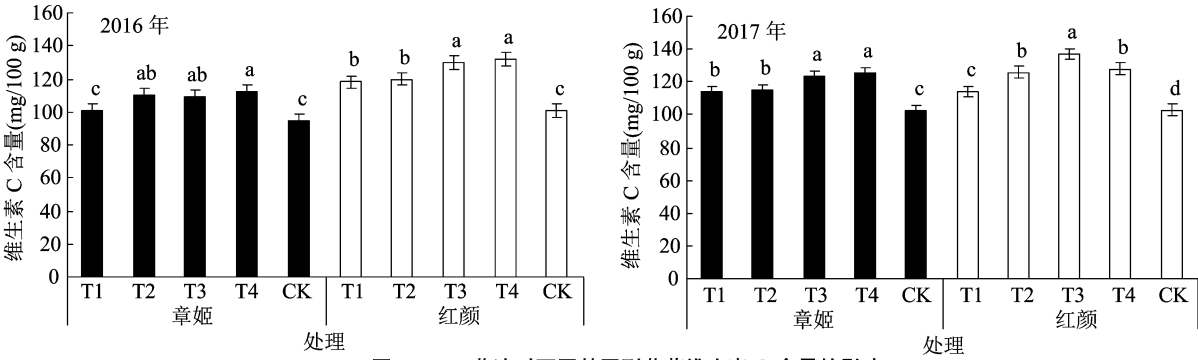


图5 EM 菌液对不同基因型草莓维生素 C 含量的影响

2.2.6 硬度 硬度是关系到草莓耐储运关键指标之一。从图 6 分析得出,红颜硬度普遍高于章姬,章姬

T3、T4 处理在硬度方面较为理想,2017 年 2 个品种的 T4 处理高于其他处理,分别为 0.408、0.698 kg/cm²。

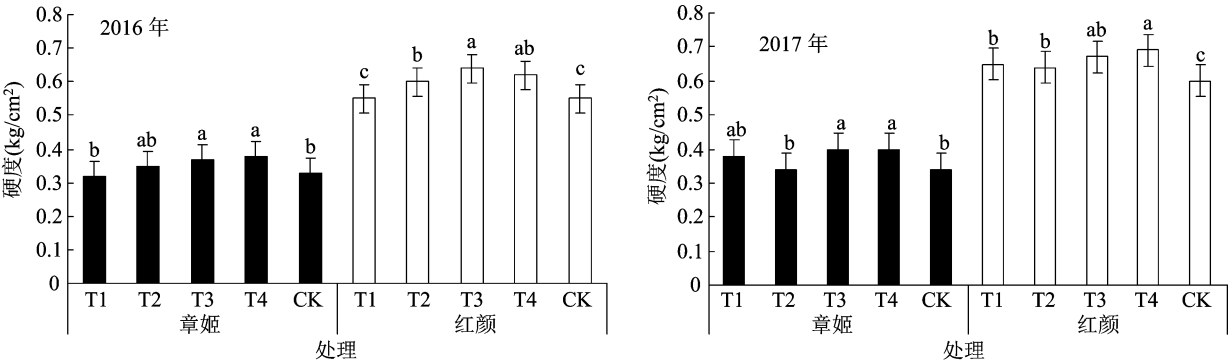


图6 EM 菌液对不同基因型草莓硬度的影响

2.3 主成分分析

对不同处理草莓果实单位面积产量、单果中维生素 C 含量等指标进行了主成分分析。以主成分 1 为横坐标轴,以主成分 2 为纵坐标轴,绘制主成分因子得分双标图(图 7)。图 7 中各指标箭头方向代表

的是原始变量与主成分的相关性,其长度代表的是原始数据对主成分的贡献度,各指标之间的角度代表了不同指标间的相关性。

由图 7 可知,草莓单位面积产量与平均单果质量、维生素 C 含量以及可溶性固形物含量呈正相

关。品种和 EM 菌处理明显影响果实品质。章姬品种的所有 EM 菌处理 PC1 的投影值都位于 PC1 的负方向,红颜品种的所有 EM 菌处理都位于 PC1 的正方向,并且与单位面积产量、平均单果质量、维生素 C 含量以及可溶性固形物含量的箭头方向相同,说明红颜品种的产量和品质均优于章姬品种。与 CK 相比,2 个品种所有 EM 菌处理均能改善草莓的单位面积产量和果实品质,就从改善产量和品质而言,T4 处理的效果较好。

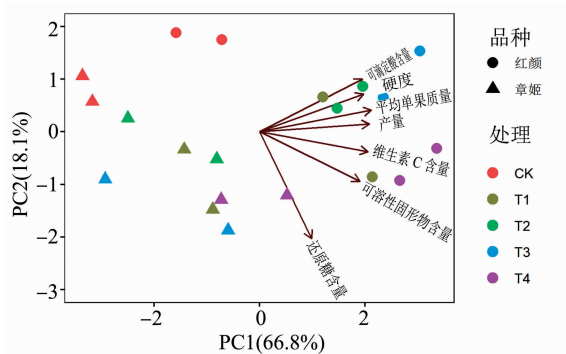


图7 不同处理草莓果实主成分因子得分双标图

3 讨论

3.1 EM 菌液对草莓产量的影响

在 EM 菌液作用下 4 个处理与 CK 相比,草莓产量增加趋势明显。草莓生长适宜土壤 pH 值为 6.5~7.0,而陕西省设施内土壤 pH 值在 8.0 以上,EM 菌液 pH 值在 3.5 左右,按照一定浓度进行灌根,可降低土壤 pH 值,这会释放出许多碱性环境沉淀的元素,增加土壤肥料的利用率。EM 菌有生物发酵转化的现象,在适宜的环境中,可以将土壤中根系不可吸收的大分子集团分解代谢为小分子或离子状态,促进了植株对元素的吸收率^[13]。多种有益微生物在土壤中大量繁殖,这在一定程度上抑制了病原菌的孳生,减少了病株烂果现象,这就为增产提供了基础保障。

3.2 EM 菌液对草莓品质的影响

研究表明,钾离子可以促进草莓果实蔗糖、果糖、葡萄糖含量的增加^[14-15]。钙是草莓品质的关键元素,钙离子对果实硬度有一定的影响,钙足,草莓结实,韧性好,汁多爽口品质好,不容易软果^[16]。镁不仅使草莓根生长健壮,还能促进果实内维生素 A 和维生素 C 的形成^[17-18]。草莓品质的提高离不开土壤中多种中微量元素,EM 菌液活菌在土壤中繁殖代谢,会分解土壤盐分,释放土壤中的 K、Ca、Mg

等微量元素,提高草莓品质。

4 结论

经过 2 年试验,结果表明,设施草莓利用 EM 菌发酵液灌根可以有效提高花枝数、花朵数、产量等相关产量指标和可溶性固形物含量、还原糖含量、糖酸比等相关果品质量指标。其中 T4 处理对 2 个品种的花枝数、花朵数增效明显,这就为高产奠定了基础。4 个处理的红颜品种平均单果质量和最大单果质量 2 个指标高于章姬品种。章姬和红颜品种最大产量为 2017 年的 T4 处理,分别为 62 787、65 060 kg/hm²,相比 CK 分别增产 8.50%、11.21%。可溶性固形物主要包括果实内可溶性糖、可溶性酸、维生素、矿物质等,可影响果品的口感,是果品质量重要指标之一,从试验结果分析得知,2 个品种 4 个处理的还原糖含量都显著高于 CK,其中 T4 处理较优。章姬品种 4 个处理还原糖含量整体高于红颜,红颜品种的 4 个处理可滴定酸含量和硬度高于章姬品种,2 个品种的 T3、T4 处理的维生素 C 含量指标较优。硬度是果品贮运关键指标,章姬品种硬度小,极不耐贮运,销售半径小,红颜品种是以章姬品种和甜查理品种为亲本材料经过多年选育的优良品种,1999 年引入我国丹东试种成功。本试验经过 4 个处理 EM 菌发酵液的灌溉,相比 CK,2 个品种硬度有所提高,其中 T3、T4 处理较为突出。通过主成分综合分析得知,2 个品种所有 EM 菌处理均能改善草莓的单位面积产量和果实品质,就从产量和品质而言,T4 处理的效果较好。

参考文献:

- [1] 孔庆宇,秦嗣军,张英霞,等. EM 菌剂对甜樱桃幼苗根际微生物区系及根系呼吸的影响[J]. 沈阳农业大学学报,2013,44(4): 409-412.
- [2] 李英军,刘忠林. EM 有效微生物技术在我国的应用研究进展[J]. 环境与开发,2001,16(3):12-13.
- [3] 张志良,瞿伟菁,李小方. 植物生理学实验指导[M]. 4 版. 北京: 高等教育出版社,2009:56-58.
- [4] 刘芳,韩丹,赵铭钦,等. 微生物菌剂配施腐植酸钾对植烟土壤改良及烤烟经济效益的影响[J]. 浙江农业学报,2017,29(7):1064-1069.
- [5] 荣良燕,柴强,姚拓,等. 复合微生物接种剂替代部分化肥对豌豆间作玉米的促生效应[J]. 草业学报,2015,24(2):22-30.
- [6] 杨芳,田俊岭,杨盼盼,等. 高效光合细菌菌剂对番茄品质、土壤肥力及微生物特性的影响[J]. 华南农业大学学报,2014,35

卢丽兰,陈思婷,王玉萍,等. 基于 DRIS 法的水果型椰子黄化枯萎症和健康苗叶片营养诊断[J]. 江苏农业科学,2021,49(22):146-152.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2021.22.026

基于 DRIS 法的水果型椰子黄化枯萎症和健康苗叶片营养诊断

卢丽兰¹, 陈思婷¹, 王玉萍¹, 尹欣幸¹, 孙程旭¹, 黄英凯², 范海阔¹

(1. 中国热带农业科学院椰子研究所/海南省热带油料作物生物学重点实验室, 海南文昌 571339;

2. 海南雨林椰创科技开发有限公司, 海南文昌 571339)

摘要:为给水果型椰子苗期的科学施肥管理提供指导,以海南省文椰“3 号”叶片为研究对象,采用 DRIS 指数法,对 6 个月椰子苗叶片的 11 种养分(氮、磷、钾、钙、镁、钠、铜、锌、铁、锰、硼)进行营养诊断。结果表明,枯萎椰子苗钾、硼、钙、镁、氮相对缺乏,锌、钠、铜、磷、锰、铁相对充足,椰子苗期(6 个月)树体需肥顺序从高到低依次为钾>硼>钙>镁>氮>锌>钠>铜>磷>锰>铁。利用健康椰苗叶片养分浓度制定了相应的养分诊断标准,即各养分的适宜浓度范围为氮含量 16.680~20.070 g/kg,磷含量 1.170~1.360 g/kg,钾含量 6.670~7.780 g/kg,钙含量 4.170~4.550 g/kg,钠含量 2.780~3.301 g/kg,镁含量 2.930~3.470 g/kg,铁含量 47.958~52.297 mg/kg,锰含量 96.913~119.057 mg/kg,铜含量 3.048~3.410 mg/kg,锌含量 10.367~12.701 mg/kg,硼含量 22.724~27.610 mg/kg。从 DRIS 法诊断结果来看,椰苗叶片矿质营养元素含量与椰苗“枯萎现象”之间密切相关。

关键词:椰子;苗;叶片;枯萎;健康;DRIS;相关分析

中图分类号: S436.67⁺9 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2021)22-0146-07

椰子(*Cocos nucifera* L.)是棕榈科植物,是一种重要的热带油料作物和热带水果,椰子分为高种椰子和矮种椰子,高种椰子主要为油料加工产品原

料,矮种椰子主要作水果。椰子主要产区为东部、东南部热带、亚热带地区,在我国主要分布在南部热带地区和诸岛^[1-2]。椰子以有性繁殖为主,以成熟种果繁育,然后移植田间。椰子在种果出芽到移植之间,需要育苗管理,是因为在育苗阶段,椰子苗易出现发育不良、病害、生理缺陷等现象,特别是在矮种椰子苗期出现频率高,症状明显。与健康苗相比,枯萎椰子苗叶片出现缺素症状,然而对于苗期营养吸收状况和需求规律尚不清楚。因为育苗和苗期疏于管理,问题苗大量出现。追求高质量椰子

收稿日期:2021-05-24

基金项目:海南省重大科技计划(编号:zdkj201902);国家热带植物种质资源库椰子种质资源分库(编号:NTPGRC2021-017)。

作者简介:卢丽兰(1981—),女,海南海口人,博士,副研究员,研究方向为热带油料作物栽培与植物营养。E-mail: lulilan1234@163.com。

通信作者:范海阔,博士,研究员,研究方向为热带油料作物种质资源学。E-mail:13637642459@163.com。

(1):49-54.

[7]舒秀丽,赵柳,孙学振,等. 不同土壤改良剂处理对连作西洋参根际微生物数量、土壤酶活性及产量的影响[J]. 中国生态农业学报,2011,19(6):1289-1294.

[8]杨官娥,张肇铭. 光合细菌转化拮寄生剂抗肿瘤活性初步研究[J]. 微生物学通报,2006,33(2):40-43.

[9]邢承华,蔡妙珍,于洪波. EM 有效微生物技术在环境保护中的应用[J]. 微生物学杂志,2007,27(5):93-97.

[10]周艳钊,陆利民,倪秀红,等. 不同叶面肥对大棚草莓生长和果实品质的影响[J]. 中国果树,2017(1):34-36.

[11]喻景权,杜尧舜. 蔬菜设施栽培可持续发展中的连作障碍问题[J]. 沈阳农业大学学报,2000,31(1):124-126.

[12]周艳钊,倪秀红,王红彬. 复合微生物菌剂对大棚草莓生长和品质的影响[J]. 安徽农学通报,2019,25(10):88-89,103.

[13]刘继培,刘唯一,周婕,等. 施用腐殖酸和生物肥对草莓品质、产量及土壤农化性状的影响[J]. 农业资源与环境学报,2015,32(1):54-59.

[14]Narayanan V K, Chen T. Research on technology standards: accomplishment and challenges [J]. Research Policy, 2012, 41(8):1375-1406.

[15]Manoharan S, Ge T. A demerit point strategy to reduce free-riding in BitTorrent [J]. Computer Communications, 2013, 36(8):875-880.

[16]周志杰,刘斯超,李兵,等. 草莓基质立体栽培技术[J]. 北方园艺,2018(18):205-208.

[17]沈建生,林贤锐,王艳俏. 日本高设草莓主要模式及栽培关键技术[J]. 中国南方果树,2010,39(6):74-77.

[18]焦书磊. 浅谈设施草莓立体栽培技术发展现状及存在问题[J]. 现代农业科技研究与实践,2015(12):90-99.