

朱 丽,殷 敏,任荣荣,等. 3 种微生物菌剂对基质栽培草莓生长发育、果实产量品质和病害的影响[J]. 江苏农业科学,2023,51(1):155–160.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2023.01.023

3 种微生物菌剂对基质栽培草莓生长发育、果实产量品质和病害的影响

朱 丽^{1,2,3}, 殷 敏¹, 任荣荣¹, 姬振蒙¹, 孙传文⁴, 陈晓东², 赵密珍², 乔玉山³

(1. 江苏沿海地区农业科学研究所新洋试验站, 江苏盐城 224049;

2. 江苏省农业科学院果树研究所/江苏省高效园艺作物遗传改良重点实验室, 江苏南京 210014;

3. 南京农业大学园艺学院, 江苏南京 210095; 4. 江苏省盐城市盐都区农业农村局, 江苏盐城 224000)

摘要:探究不同微生物菌剂与化学农药试剂对草莓基质栽培下植株生长发育、鲜果产量、品质和抗氧化能力的影响,以草莓品种宁玉为试材,采用高架种植技术,比较灌施清水(CK)、宁盾微生物菌剂(JN)、哈茨木霉菌(JH)、寡雄腐霉菌(JG)、代森锰锌+多菌灵(YDD)和吡唑醚菌酯(YB)6种处理下草莓生长势、物候期变化和果实质量等指标的变化特征。结果表明,3种菌剂处理后的草莓植株在叶片数、株高、花序数和花梗长等生长指标上高于CK和药剂处理,并且发病率较低,有较好防病促生效果。而草莓鲜果产量和品质,JN处理表现较好,其第1花序的平均株产果数是CK、药剂和其他2种菌剂的1.33~10.00倍,果实可溶性糖含量也比其他处理提高10.37%~66.67%,果实总酚含量、过氧化氢酶活性和植物原花青素含量等抗氧化物指标均显著上升。综上可得,微生物菌剂可促进草莓生长发育,其中施用宁盾微生物菌剂(JN)可有效提高草莓鲜果产量和品质、降低植株发病率,在生产上具有较好应用潜力。

关键词:草莓;微生物菌剂;生长发育;鲜果产量;果实品质

中图分类号:S668.406

文献标志码:A

文章编号:1002-1302(2023)01-0155-06

草莓(*Fragaria ananassa* Duch.) 含有特殊的水果香气和丰富的矿物质元素,是一种营养价值极高的水果。除鲜食外,还广泛用于制作果汁、果酒、果酱和其他多种加工产品^[1],深受人们喜爱。而又因其生长周期短,经济价值高,逐渐成为栽培最多的小浆果,农民通过对草莓进行设施栽培和观光采摘,已达到了增收致富的效果^[2]。

近年来,我国草莓种植广泛,由于长期复种,土壤病害积累,植株生长羸弱,施肥施药成为保障设施草莓产量的重要措施^[3]。化肥的过度施用,也引起了土壤板结、结构混乱、肥力下降和环境污染等不良后果的发生,还进一步导致草莓果出现畸形、品质参差不齐以及商品性能降低等问题。为满足人们生活水平日益提高后对果实高品质的追求,草莓的种植技术和相关的生理基础研究也在不断探

索^[4]。已有研究证明,枯草芽孢杆菌、木霉菌和寡雄腐霉菌对西红柿青枯病^[5]、棉花枯萎病^[6]、黄瓜立枯病^[7]以及辣椒疫病^[8]等作物表现出良好的防病促生作用,有益微生物能降解根泌自毒物质含量,修复土壤微生物生态结构,减轻病害带来的经济损失^[9]。

同时微生物菌剂还能改善作物的产量和品质,通过有益微生物的施入,土壤中有有机物质得以分解,植株根系通过吸收足够的有机质来增加叶片叶绿素的形成,进一步增强了光合作用,从而积累较多的营养物质以使植株茁壮生长^[10]。但目前生防菌剂对基质种植的草莓生长发育和果实产量品质的影响研究不多。本试验对比了施用宁盾微生物菌剂(JN)、哈茨木霉菌(JH)、寡雄腐霉菌(JG)、代森锰锌+多菌灵(YDD)和吡唑醚菌酯(YB)对草莓基质栽培植株长势、鲜果产量品质和病害的影响,旨在探索适合草莓生长发育的试剂,为促进草莓鲜果生产提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

本试验于江苏省农业科学院的双层塑料连栋大棚中进行。供试草莓品种为宁玉,选大小一致、

收稿日期:2022-01-19

基金项目:江苏现代农业产业技术体系建设项目(编号:JATS[2021]424)。

作者简介:朱 丽(1997—),女,安徽池州人,硕士,研究实习生,从事蔬菜育种与抗逆栽培研究。E-mail:13955415377@163.com。

通信作者:赵密珍,硕士,研究员,从事草莓种质资源创新与新品种选育研究。E-mail:njzhaomz@163.com。

生长健壮的生产苗,由江苏省农业科学院果树研究所提供。栽培基质为复合基质,购于江苏兴农基质科技有限公司。

供试的微生物菌剂和化学农药试剂:宁盾微生物菌剂(A型)(南京农大生物源农药创制有限公司),有效成分:芽孢杆菌(活菌数 ≥ 20 亿个/mL),剂型:液态;哈茨木霉菌(美国拜沃股份有限公司),有效成分含量:3 亿 CFU/g 哈茨木霉菌,剂型:可湿性粉剂;寡雄腐霉菌(捷克生物制剂股份有限公司),有效成分含量:100 万个孢子/g 寡雄腐霉菌,剂型:可湿性粉剂;代森锰锌(北京中保绿农科技集团有限公司),有效成分含量:80%,剂型:可湿性粉剂;多菌灵(镇江建苏农药化工有限公司),有效成分含量:50%,剂型:可湿性粉剂;吡唑醚菌酯(德国巴斯夫股份公司),有效成分含量:250 g/L,剂型:乳油。

1.2 试验设计

2020 年 9 月 8 日将宁玉草莓苗种植于高架垄中,肥水管理同常规。分别于 9 月 16 日、9 月 29 日和 10 月 20 日进行菌剂和化学农药试剂的灌溉。6 种处理方法如表 1 所示。每个处理种植 30 株,每 10 株重复 1 次,共重复 3 次。

表 1 不同微生物菌剂与化学农药试剂的实施方法

处理	实施方法
对照	每株苗浇灌清水 200 mL
宁盾微生物菌剂	200 mL 乳剂稀释 100 倍灌根,每株苗浇灌 200 mL
哈茨木霉菌	6 g 粉剂稀释 3 000 倍灌根,每株苗浇灌 200 mL
寡雄腐霉菌	5 g 粉剂稀释 4 000 倍,每株苗浇灌 200 mL
代森锰锌+多菌灵	2 种药剂分别加入 20 g 粉剂混合后稀释 1000 倍,每株苗浇灌 200 mL
吡唑醚菌酯	8 mL 乳剂稀释 1 000 倍,每株苗浇灌 200 mL

2020 年 11 月开始调查各处理的草莓物候期,2020 年 12 月 25 日统计成活率,每个处理取样本 15 株,每 5 株重复 1 次,测定植株表型性状。随后取果实样品,果实成熟后即摘,采摘之前先进行果实表型性状测定,采摘截止至 2021 年 1 月 27 日,所采样品为草莓生长部位相同的果实,采集后立即放置 4 ℃ 冰盒,随后转移到 -80 ℃ 冰箱备用。

1.3 测定项目与方法

1.3.1 草莓物候期调查 参照《草莓种质资源描

述规范和数据标准》^[11]进行草莓第 1 花序物候期调查。

1.3.2 植株、果实表型性状测定 参照草莓简易测定方法^[12]测定植株株高、叶长、叶宽、冠径;花序梗长:用直尺测量花序基部到顶部的长度,单位为 cm。果实采摘从 2020 年 12 月 25 日至 2021 年 1 月 27 日所取得的第 1 花序的果实。果实纵茎:用游标卡尺测量果实基部到顶部的长度,单位为 mm;果实横径:用游标卡尺分别测量果实中间宽边和窄边的大小,取 2 组数据的平均值,单位为 mm;平均单果质量:第 1 花序果实成熟后的单个果实质量,单位为 g;平均株产果数:第 1 花序果实成熟后的每株产果实数量,单位为个;果面光泽:果实表面颜色的亮度,分为弱、中和强等 3 个级别;果面颜色:果实成熟时果面的颜色,分为白、橙红、红、深红和紫红等 5 个级别^[11]。

1.3.3 果实品质的测定 可溶性固形物用袖珍数字式阿贝折射仪(型号:ATAGO PAL-1,日本)测定;硬度用手持式硬度计(型号:FHM-1)测定;果实硬度 $P = N/S$,单位为 kg/cm^2 (其中 N 为测力弹簧压在果实面上的力,单位为 kg; S 为果实测量的受力面积,单位为 cm^2);可溶性糖含量用蒽酮比色法测定,采用上海索莱宝生物科技有限公司的检测试剂盒测定(货号:BC0035);维生素 C 含量采用磷钼酸微板法测定,采用上海源叶生物科技有限公司检测试剂盒测定(货号:R22194)。

1.3.4 果实抗氧化物的测定 总酚含量、类黄酮含量、过氧化氢酶活性(CAT)、植物原花青素(OPC)含量均采用上海索莱宝生物科技有限公司的检测试剂盒测定(货号分别为 BC1340、BC1330、BC0205、BC1355),总抗氧化能力(T-AOC)采用南京建成生物工程研究所的检测试剂盒测定(货号:A015-3-1)。

1.4 数据处理与分析

用 Excel 2016 软件整理数据和作图,使用 SPSS 21.0 软件对相关数据进行单因素方差分析。

2 结果与分析

2.1 不同微生物菌剂和化学农药试剂对草莓物候期的影响

在调查草莓物候期时发现(表 2),JN 和 JH 处理后的草莓在显蕾期至盛花期,以及转至果实始熟期的各个阶段均早于 CK 和其他化学农药试剂处

理,其中 JN 处理比对照提前 3 d 进入白果期,比 YDD 和 YB 处理分别提前了 9、4 d,白果期的提前为成熟期奠定了基础,因此 JN 和 JH 处理的草莓成熟期均早于其他处理。而 JG 处理的草莓果实生长周

期仅次于 JH 处理,在转色成熟阶段时间间期短于 CK 和 YDD 处理,果实成熟较快,表现较佳。通过调查得知,3 种微生物菌剂处理对草莓果实成熟均有促进作用,对果实提前上市抢占市场具有重要意义。

表 2 不同微生物菌剂和化学农药试剂处理的草莓物候期

处理	日期(月-日)						
	显蕾期	始花期	盛花期	绿果期	白果期	转色期	成熟期
CK	11-14	11-20	11-25	11-28	12-07	12-19	12-28
JN	11-13	11-17	11-23	11-25	12-04	12-15	12-25
JH	11-13	11-18	11-23	11-26	12-06	12-18	12-26
JG	11-14	11-18	11-27	11-30	12-07	12-19	12-27
YDD	11-14	11-20	11-28	12-06	12-13	翌年 01-01	翌年 01-08
YB	11-14	11-19	11-26	12-01	12-08	12-20	12-27

注:现蕾期为 25% 植株花蕾显露的日期;初花期为 5% 植株有花开放的日期;盛花期为 75% 植株有花开放的时期;绿果期为 25% 植株果实为绿色的日期;白果期为 25% 植株果实为白色的日期;转色期为 25% 植株果实转红的日期;成熟期为 75% 植株果实为红色的日期。

2.2 不同微生物菌剂和化学农药试剂对草莓植株生长和病害的影响

从测量的植株表型性状(图 1)中得出,3 种菌剂处理后的草莓苗几项生长指标均显著高于 CK 和化学农药试剂处理,JG 处理的草莓植株在叶长、叶宽和株高等性状上分别较 CK 显著提高 17.71%、32.88%、37.51%,比 YDD 处理显著增加 30.19%、23.32%、37.51%,JG 与 CK、YDD 处理之间的叶长、叶宽和株高均表现显著差异;同时,还发现 JH 处理的草莓叶片数和冠径与 CK 相比显著提高 38.44%、30.81%,叶片数比 YDD 处理显著增加 50.00%,株高和冠径也显著高于 YDD 处理 30.44% 和 31.44%,有增长促进作用;JN 处理的植株茎叶生长势仅次于其上 2 组菌剂处理,但 3 组菌剂处理之间差异不明显。除此之外,测定的花序数中,JN 处理在 3 组菌剂处理中表现最佳,并且数量也较 CK、YDD 和 YB 处理分别显著提高 27.75%、80.35%、35.30%,在花序梗长上也分别提高了 24.37%、62.42%、17.12%,花序生长表现优势。

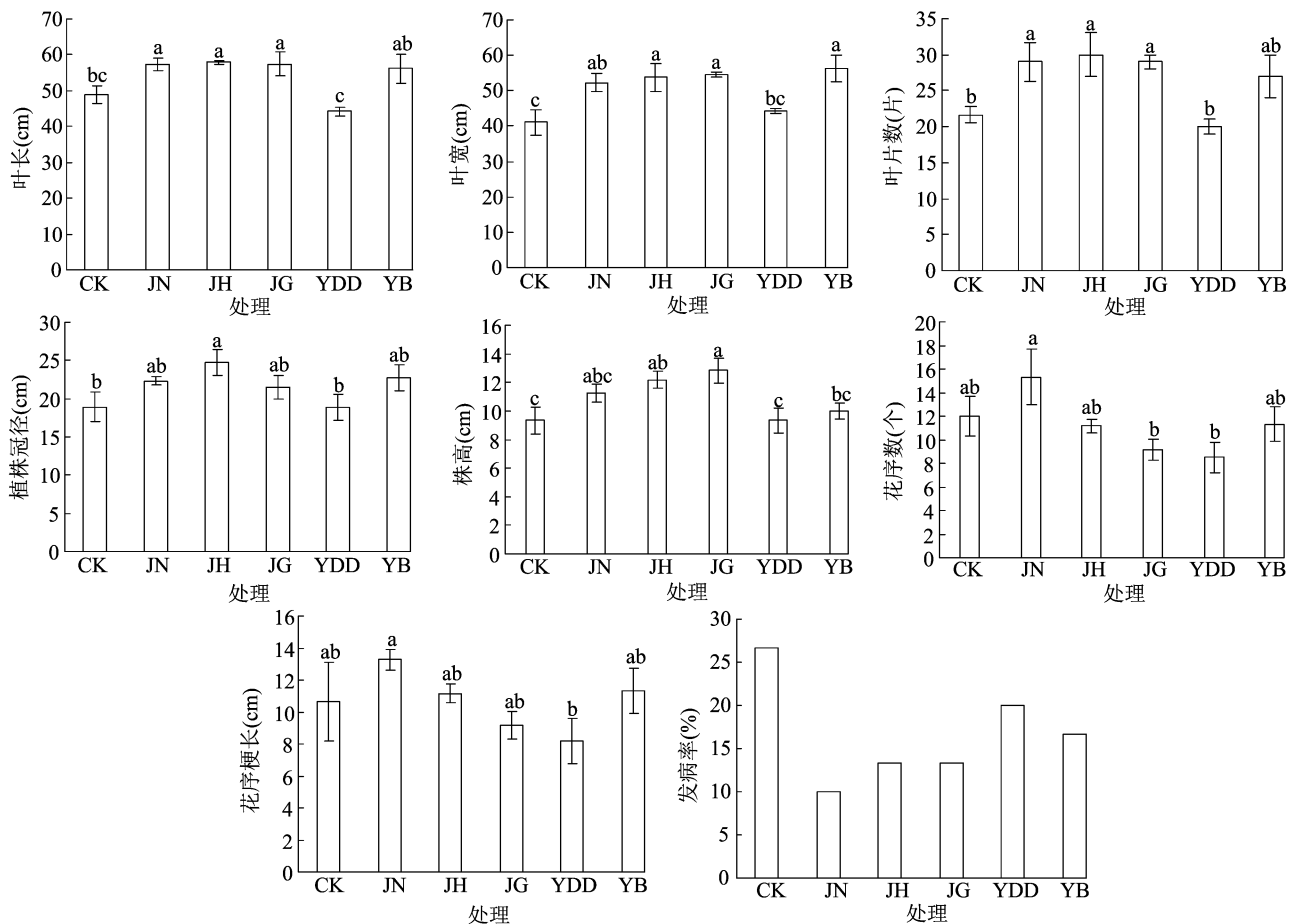
而草莓在种植过程中也发生了较多病害,前期多以炭疽病、根腐病以及枯萎病居多,后期果实成熟后多以白粉病和灰霉病居多,比较 CK 和化学农药试剂处理,微生物菌剂处理后的植株发病率明显降低,尤其 JN 处理较 CK 和化学农药试剂处理下降了 40.01%~62.50%,根腐病和枯萎病发生较少,后期白粉病和灰霉病也相对出现较少,体现出了较强的和持续的防病效果。

2.3 不同微生物菌剂和化学农药试剂对草莓第 1 花序果实产量的影响

受冬季低温影响,所有处理的第 1 花序果实产量表现不佳,但与 CK 相比,微生物菌剂的使用对鲜果产量也产生了一定影响。由表 3 可知,测定的草莓第 1 花序的果实产量中,平均单果质量、平均株产果数和最大果质量以 3 种菌剂为佳,其中以 JN 处理的草莓平均株产果数最多,比 CK 和化学农药试剂处理增加 1.22~9.00 倍,数量表现较优,而且最大果质量是 CK、YDD 和 YB 处理的 1.09、1.85、1.10 倍。此外 JN 处理的平均单果质量也较对照和 YDD 处理提高 3.47%、1.41%,但无较大差别。而 JG 处理的平均单果质量则表现最佳,较 CK 和化学农药试剂处理提高了 8.45%~35.17%,也比 JN 和 JH 处理高 30.64%、13.57%,果实平均长势较大,但其平均株产果数和最大果质量不及其他 2 种菌剂处理。

2.4 不同微生物菌剂和化学农药试剂对草莓果实大小和色泽的影响

对于草莓的果实大小和色泽进行分析可知,JG 处理的草莓果实长势较好,果实纵径和横径较 CK 显著提高 15.71%、10.31%,比 YDD 显著提高 37.76%、22.83%。JG 处理的果面光泽较强,果色以红色居多,但畸形果较多,美观性较差,会使得果面受光不均匀,造成口感不佳。其次是 JH 处理的果实,大小与 JG 处理的相近,色泽也较好。而 JN 处理的草莓果实纵横径相比较其他 2 组微生物菌剂处



不同小写字母表示不同处理间在 0.05 水平上差异显著,表 4、表 5、图 2 同
图1 不同微生物菌剂和药剂对草莓植株生长和病害的影响

表 3 不同微生物菌剂和药剂对草莓第 1 花序果实产量的影响

处理	平均单果质量(g)	平均株产果数(个)	最大果质量(g)
CK	8.36	8	30.73
JN	8.65	20	33.58
JH	9.95	15	35.78
JG	11.30	13	31.29
YDD	8.53	2	18.20
YB	10.42	9	30.65

理均差异不显著,但比 CK 和化学农药试剂增大了 3.53%~26.48%,畸形果率最低,果型表现为形态较好的圆锥形,果面光泽和颜色也以强和红色较多,且深红色果面较其他处理有所增加,观赏性好(表 4)。

2.5 不同微生物菌剂和化学农药试剂对草莓果实品质和抗氧化能力的影响

在测定的果实品质和抗氧化相关指标中发现,不同微生物菌剂和化学农药试剂对草莓果实品质

的影响具有一定差异。由表 5 可知,3 种菌剂均可提高果实品质,其中 JN 处理的草莓可溶性固形物含量比 CK 和 YB 处理高 8.36%、2.54%,也较 JH 和 JG 处理有所提高,但 JN 与这 4 种处理之间均无显著差异;JN 处理的草莓可溶性糖含量是 CK 和 YDD 的 1.51、1.67 倍($P<0.05$),JN 与 CK、YDD 处理之间均达差异显著水平;JN 处理的草莓维生素 C 含量和硬度较对照也有所提高,品质表现较好。在测定的果实抗氧化物含量中(图 2),5 种试剂处理较对照也存在着一些变化,JN 处理草莓果实的总酚含量、过氧化氢酶(CAT)活性、植物原花青素(OPC)含量和总抗氧化能力(T-AOC)在 6 种处理中均居于最高,JN 处理的总酚含量较 CK 和 YB 处理显著提高 167.16%、80.81%,过氧化氢酶比其他处理显著提高 37.68%~529.45%,且植物原花青素含量也是 CK 和 YDD 处理的 2.63、3.96 倍,之间均有显著差异变化,总抗氧化能力(T-AOC)也比 CK、YDD 和 YB 处理高 31.75%、37.19%、31.75%。JN 处理后果实的整体抗氧化能力表现优异。

表 4 不同微生物菌剂和化学农药试剂对草莓果实大小和色泽的影响

处理	果实纵径 (cm)	果实横径 (cm)	畸形果率 (%)	果面光泽(%)		果面颜色(%)		
				强	中	深红	红	橙红
CK	36.73 ± 1.76ab	25.70 ± 2.85a	72.97	86.67	13.33	0.00	89.00	21.00
JN	39.02 ± 1.47a	27.49 ± 2.56a	55.34	90.00	10.00	16.67	76.67	6.66
JH	42.04 ± 0.27a	27.74 ± 1.20a	74.29	90.00	10.00	3.33	86.67	10.00
JG	42.50 ± 0.98a	28.35 ± 1.29a	80.60	100.00	0.00	3.33	93.33	3.34
YDD	30.85 ± 2.79b	23.08 ± 3.10a	60.14	63.33	36.67	0.00	60.00	40.00
YB	37.69 ± 3.23a	26.06 ± 1.86a	58.33	85.00	25.00	3.33	83.33	13.34

注:表中数据为平均值 ± 标准差。

表 5 不同微生物菌剂和化学农药试剂对草莓果实品质的影响

处理	可溶性固形物含量 (%)	可溶性糖含量 (mg/g)	维生素 C 含量 (mg/g)	硬度 (kg/cm ²)
CK	10.05 ± 0.48a	2.19 ± 0.14bc	0.59 ± 0.02a	1.63 ± 0.32a
JN	10.89 ± 0.87a	3.30 ± 0.30a	0.60 ± 0.01a	1.69 ± 0.24a
JH	10.60 ± 0.59a	2.99 ± 0.20ab	0.57 ± 0.04b	1.69 ± 0.26a
JG	10.54 ± 0.68a	2.46 ± 0.02bc	0.44 ± 0.09b	1.79 ± 0.17a
YDD	10.87 ± 1.11a	1.98 ± 0.42c	0.58 ± 0.01a	2.38 ± 0.76a
YB	10.62 ± 0.53a	2.55 ± 0.19abc	0.62 ± 0.04a	1.83 ± 0.22a

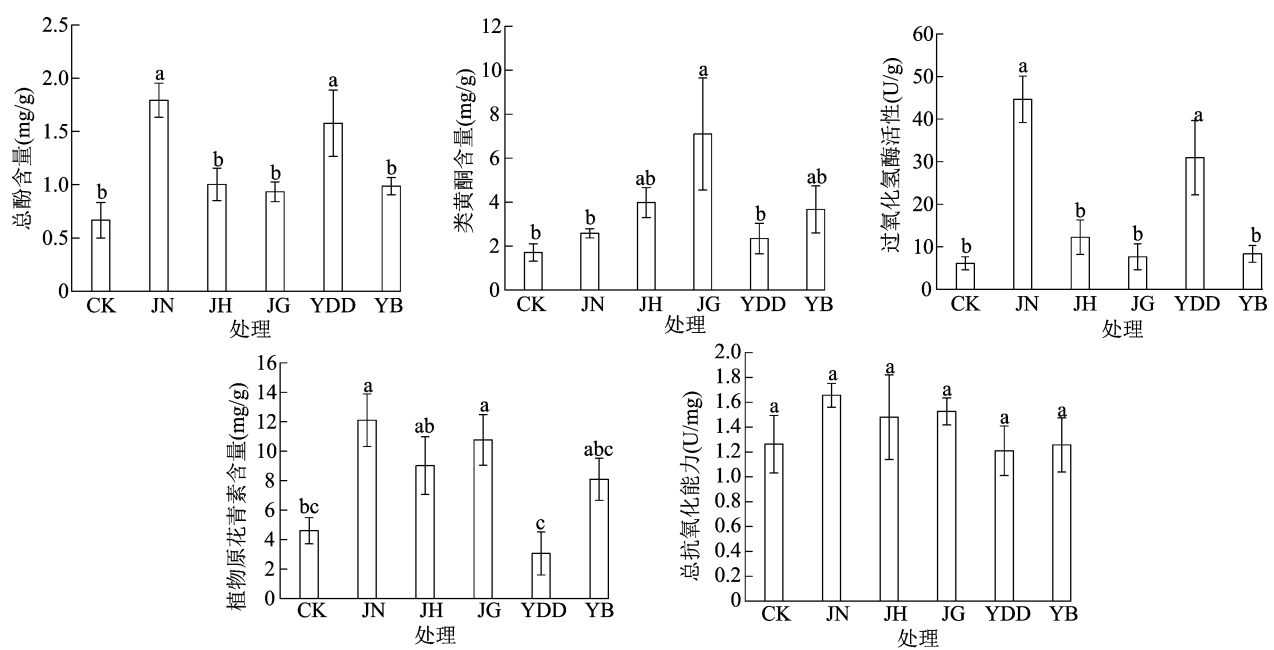


图2 不同微生物菌剂和化学农药试剂对草莓果实抗氧化能力的影响

3 讨论与结论

施加微生物菌剂对作物生长的有利作用突出,前人主要探究化学化学农药试剂对草莓土传病害的防治效果^[13-14],本试验着重探索了微生物菌剂对基质栽培的草莓生长发育和鲜果生产的影响。

从试验结果得知,JN 对草莓物候期与植株生长的影响明显。JN 处理的草莓进入显蕾期时间早于其他处理,进入果实始熟期时间也稍快于 CK 和化学农药试剂处理,成熟较早有利于草莓前期产量的形成。在植株生长方面,JN 处理的草莓在叶片、株高以及花序等性状指标方面均表现较好。JN 的主

要成分为芽孢杆菌,有研究表明芽孢杆菌可产生多种有益酶类和 B 族维生素,对植株生长有利^[15]。而且 JN 处理的草莓植株发病率也较 CK 和化学农药试剂处理明显降低,芽孢杆菌能够表现出较好的生防效果,已有较多研究报道^[16]。

进入果期调查后发现,JN 处理对草莓果实发育也起到一定的促进作用。施用 JN 后采摘的平均株产果数是 CK 和 YDD 处理的 2.5 ~ 10 倍,推测可能与 JN 中的有益菌相关,有益微生物既可作为病原菌的拮抗物种,又可分解有机物质进行营养补充。但所有处理的草莓产量不多,不及生产所需,推测是因为冬季塑料大棚温度较低,无加温措施,抑制了第 1 花序果的产量,后续试验会在此方面进行改进。在果实大小方面,JN 处理较对照和化学农药试剂也有所提高,畸形果率为最低,果面光泽和颜色也呈现较好形态。这一结果与前人在其他作物上的研究结果^[17-18]相似,施用微生物菌剂改善了根系生态环境,利于根系营养吸收^[19],果实生长表现优异。

在果实品质方面还发现,草莓果实中的可溶性固形物和维生素 C 含量随着微生物菌剂的施用均呈上升趋势,可溶性糖含量也较化学农药试剂处理有所增加,这与周艳孔等在草莓上的研究结果^[10]相近,施加微生物菌剂可以达到提高果实品质的效果。在抗氧化能力中,JN 处理的草莓果实中总酚含量、类黄酮含量、过氧化氢酶活性和植物原花青素含量均比 CK 和化学农药试剂高,其他 2 种菌剂处理后也表现良好。查阅文献得知,酚类物质、原花青素和黄酮类化合物能通过调节细胞相关的氧化还原反应,有效抑制或清除活性氧自由基,发挥抗氧化作用^[20]。由此可得,JN 的施入也间接提高了果实抗氧化能力,作用明显。

综上所述,从不同试剂处理对草莓植株生长和果实质量的影响结果表明,微生物菌剂对草莓生长发育均有较好的改善促进作用,但 3 种菌剂在促进植株生长方面影响差异不大,而 JN 处理的草莓果实则表现更优,在物候期抗氧化物含量以及果实品质方面较佳,与其他处理具有一定差异。由结论可得,有益菌剂施入基质后,植株生长状态和果实品质都能得到有效提高。该试验还有需要完善的地方,在后续的试验中,可以对施用量的设置进行改良,以达到更好的应用效果。同时,生防菌剂活性易受环境影响,在施用上还需要注意规范操作,以便充分发挥其作用^[21]。

参考文献:

- [1] 吴晓云,高照全,李志强,等. 国内外草莓生产现状与发展趋势[J]. 北京农业职业学院学报,2016,30(2):21-26.
- [2] 王鸣谦,薛莉,赵珺,等. 世界草莓生产及贸易现状[J]. 中国果树,2021(2):104-108.
- [3] 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.
- [4] 张利英,刘雪霞,朱昌华,等. KT₆-BA 对红颜草莓果实品质的影响[J]. 生物学杂志,2019,36(5):62-66.
- [5] 甘金佳,孙成荣,尹华田,等. 枯草芽孢杆菌可湿性粉剂防治西红柿青枯病的田间药效试验[J]. 南方园艺,2020,31(6):38-41.
- [6] Sherzad Z,杨娜,张静,等. 棉花内生解淀粉芽孢杆菌 489-2-2 对棉花黄萎病的防效研究[J]. 核农学报,2021,35(1):41-48.
- [7] 马光恕,梁泉,李梅,等. 木霉菌对黄瓜生理特性及立枯病防治效果的影响[J]. 中国生物防治学报,2021,37(2):277-285.
- [8] 殷洁,袁玲. 寡雄腐霉菌剂对辣椒疫病的防治及促生效应[J]. 园艺学报,2017,44(12):2327-2337.
- [9] 申光辉,薛泉宏,陈秦,等. 硅酸钾与密旋链霉菌 Act12 菌剂配施对连作草莓生长、果实产量及品质的影响[J]. 中国生态农业学报,2012,20(3):315-321.
- [10] 周艳孔,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.
- [11] 赵密珍,王桂霞,钱亚明. 草莓种质资源描述规范和数据标准[M]. 北京:中国农业出版社,2006:12-29.
- [12] 孙树兴. 园艺研究法[M]. 北京:中国农业大学出版社,1996:23-35.
- [13] 胡学军,郭建明,王俊侠,等. 不同药剂对昌平草莓基质栽培土传病害防治效果和草莓产量的影响[J]. 安徽农业科学,2018,46(34):135-137.
- [14] 周晓肖,江景勇,邱莉萍,等. 5 种药剂防治草莓灰霉病试验[J]. 浙江农业科学,2018,59(10):1865-1867.
- [15] 宫彬彬,吴晓蕾,王硕,等. 复合功能性基质对甜瓜生长及果实品质的影响[J]. 中国蔬菜,2020(12):35-42.
- [16] 王蕊,王腾,李二峰. 生防芽孢杆菌在植物病害领域的研究进展[J]. 天津农学院学报,2021,28(4):71-77.
- [17] 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.
- [18] 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.
- [19] 张正球,刘晓梅,胡曙馨,等. 微生物菌剂对保护地草莓产量和效益的影响[J]. 安徽农业科学,2020,48(24):147-149.
- [20] 张守花,许真,蒋安,等. 硒素对草莓果实抗氧化活性及相关物质含量的影响[J]. 食品研究与开发,2020,41(14):62-67.
- [21] 王贞,孙珂,高产,等. 微生物菌剂对草莓生长发育及品质的影响[J]. 陕西农业科学,2020,66(3):28-29,38.