



朱丽,陈晓东,乔玉山,等.不同配比基质对草莓母苗生长和抽生匍匐茎的影响[J].江西农业大学学报,2021,43(3):547-554.
ZHU L,CHEN X D,QIAO Y S,et al.Effects of different-proportion matrixes on growth of strawberry mother plants and runners[J].
Acta agriculturae universitatis Jiangxiensis,2021,43(3):547-554.

不同配比基质对草莓母苗生长和 抽生匍匐茎的影响

朱 丽^{1,2},陈晓东¹,乔玉山²,赵密珍^{1*},袁华招¹,
刘春杰³,蔡伟建¹,王 健³

(1.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;2.南京农业大学
园艺学院,江苏 南京 210095;3.徐州安耕农业科技服务有限公司,江苏 徐州 221126)

摘要:【目的】基质是植株在无土栽培过程中一种替代土壤的、可供根系生长的栽培介质。探索不同基质对草莓母苗生长及抽生匍匐茎的影响,筛选出适合草莓母苗生长的基质配方,为壮苗提供可靠思路。【方法】以草莓品种‘宁玉’为试材,采用容积为3 L的钵钵,以草炭、椰糠、珍珠岩、蛭石和陶粒为基质原料,经预试验对5种基质原料进行理化性质分析,设置3组不同配比基质,分别是T1,草炭(10~30 mm):椰糠:珍珠岩:蛭石:陶粒=3:1:1:1:0.5;T2,草炭(10~30 mm):椰糠:珍珠岩:蛭石:陶粒=3:0.5:2:0.5:0.5;T3,草炭(0~10 mm):椰糠:珍珠岩:蛭石:陶粒=3:1:0.5:1.5:0.5。测定不同处理对草莓母苗叶面积、茎粗、株高、匍匐茎数量和地上地下鲜质量等生物学特性以及叶片叶绿素含量、根系活力、根系POD、PAL、PPO、SOD活性和MDA含量等生理生化特性的影响。【结果】T3理化性质理想,基质保水保肥能力强、质地疏松且偏酸性,种植的母苗生长状态与抽生匍匐茎能力最佳,生长健康,无明显病虫害,叶柄长、叶面积、茎粗、株高比T1、T2高5%~25%,匍匐茎数量和地上地下总鲜质量比T1、T2高20%~40%,整体长势对比其他处理差异显著。根系活力和根系POD、PAL活性等抗氧化酶活性比T1、T2高20%~80%,MDA含量比T1、T2低10%~35%,表明T3种植的草莓母苗在提高抗逆性方面也达到显著效果。【结论】T3的基质配比对草莓母苗的生长和根系发育的促进作用明显,能够较好地提高草莓盆栽育苗的质量及促进母苗匍匐茎抽生,可为未来的草莓生产种植提供良好的参考价值。

关键词:草莓;基质;配比;生长;匍匐茎

中图分类号:S668.4 文献标志码:A 文章编号:1000-2286(2021)03-0547-08

Effects of Different-Proportion Matrixes on Growth of Strawberry Mother Plants and Runners

ZHU Li^{1,2},CHEN Xiaodong¹,QIAO Yushan²,ZHAO Mizhen^{1*},YUAN Huazhao¹,
LIU Chunjie³,CAI Weijian¹,WANG Jian³

收稿日期:2020-09-15 修回日期:2021-01-28

基金项目:国家自然科学基金青年科学基金项目(31901996)、江苏省自主创新项目(CX(18)3031)、江苏省苏北专项(XZ-SZ202047)、江苏省草莓产业技术体系(JATS[2018]256)和南京农业科技产学研合作示范基地入库项目(2020RHJD漂01)

Project supported by the National Natural Science Foundation of China Youth Science Foundation Project(31901996), Jiangsu Independent Innovation Project(CX(18)3031), Jiangsu Province Subei Special(XZ-SZ202047), Technology System of Strawberry Industry in Jiangsu Province(JATS[2018]256) and Nanjing Agricultural Science, Technology, Industry and Research Cooperation Demonstration Base Storage Project(2020RHJDLi01)

作者简介:朱丽,orcid.org/0000-0002-5191-9944,13955415377@163.com; *通信作者:赵密珍,研究员,主要从事草莓种质资源创新与新品种选育研究,orcid.org/0000-0001-5232-964X,njzhaomz@163.com。

(1. Institute of Pomology, Jiangsu Academy of Agricultural Sciences/Jiangsu Key Laboratory of Horticultural Crops Genetic Improvement, Nanjing 210014, China; 2. College of Horticulture, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China; 3. Xuzhou Angeng Agricultural Science and Technology Service, Xuzhou, Jiangsu 221126, China)

Abstract: [Objective] Substrate is a kind of cultivation medium which can replace soil and provide the condition for root growth in soilless cultivation. In order to explore the effects of different substrates on the growth of strawberry mother plants and the emergence of stolons, a matrix formula suitable for strawberry mother plants was selected, which provided a reliable idea for strong seedlings. [Method] Strawberry mother plants cv. ‘Ning yu’ were planted in the plastic pots filled with 3 L of substrates for different treatments. Using peat, coconut bran, perlite, vermiculite and ceramsite as the base materials to set 3 treatments with matrixes of different ratios after testing their physical and chemical properties by pretest. Three groups of matrix materials with different proportions were set. Treatment 1: the ratio of peat (10–30 mm), coconut bran, perlite, vermiculite, ceramsite was 3:1:1:1:0.5. Treatment 2: the ratio of peat (10–30 mm), coconut bran, perlite, vermiculite, ceramsite was 3:0.5:2:0.5:0.5. Treatment 3: the ratio of peat (0–10 mm), coconut bran, perlite, vermiculite, ceramsite was 3:1:0.5:1.5:0.5. The effects of different treatments on the biological characteristics of leaf area, stem diameter, plant height, stolon number, fresh weight above ground and underground, chlorophyll content, root activity, root POD, PAL, PPO, SOD activity and MDA content of strawberry mother plants were determined. [Result] The physicochemical properties of treatment 3 were ideal that had, strong ability of water and fertilizer conservation, loose and acidic texture. The strawberry mother plants grew healthily without obvious diseases and insect pests and the ability of extracting stolons were the best. The mother plants in treatment 3 had the highest petiole length, leaf length, leaf width, stem diameter, plant height and fresh weight of stem and leaf, which were 5%–25% higher than those in treatment 1 and treatment 2. The number of stolons and total fresh weight above and below ground were 20%–40% higher than those in treatment 1 and treatment 2. The root activity and root POD, PAL activities and other antioxidant enzyme activities of the mother plants in treatment 3 were 20% to 80% higher than those in treatment 1 and treatment 2, and the MDA content was 10% to 35% lower than that in treatment 1 and treatment 2, which indicated that the strawberry mother plants planted in treatment 3 had significantly improved stress resistance. [Conclusion] The substrate ratio of treatment 3 basically meets the needs of a suitable growth environment for strawberry mother plants, and has obvious promoting effect on the growth and root development of strawberry mother plants. It improves the quality of strawberry potted seedlings and promote the tapping of mother seedlings, which provides good reference for future strawberry production and planting.

Keywords: strawberry; substrate; ratio; growth; strawberry runners

【研究意义】草莓(*Fragaria ananassa* Duch.)为蔷薇科草莓属的多年生草本植物,属浆果类水果^[1]。草莓栽培具有结果早、周期短、见效快的优点,是一种高效益的果树^[2]。近年来,随着草莓产业的发展,草莓苗的需求量逐年扩大。传统的草莓种苗繁育多采用大田育苗,而大田种植土地面积有限,需要进行连作,这种繁育方式由于真菌和细菌性土传病害的遗存^[3],会产生连作障碍。土壤病毒害物质累积、养分失衡、理化性质恶化、微生物群落结构发生改变^[4–5],会使得种苗生长质量差,出现植株长势衰弱、病虫害增多、抽生匍匐茎数量减少等现象^[6];同时种苗的移栽成活率降低,子苗的繁育也受到影响。而基质育苗可有效改善传统土壤因土传病害和水分、空气、养分供应的矛盾而带来的病苗、弱苗现象。【前人研究进展】目前基质育苗已经成为草莓壮苗生产的可靠途径^[7],基质可满足草莓所需的稳定、均衡的持水和通气要求,并提供需要的无机离子等^[8],植株根系根据需求选择吸收水分和养分^[9]。草莓基质选择多采用传

统的草炭、珍珠岩和蛭石复配而成。草炭是植物残体,由于不能完全分解,在多水的嫌气条件下堆积而成,含有大量水分、腐殖质以及一部分矿物质,有机质含量高,质地疏松轻盈,被广泛利用。椰糠是椰子外壳加工椰纤维过程中产生的副产品,具有可再生性,近年来已在全球范围内逐步替代泥炭,发展成为重要的无土栽培基质,在很多果蔬作物生产中得到了研究和应用^[10]。但由于草莓对栽培基质的保水保肥能力、透水通气要求较高,至今未形成较稳定的配置方案。【本研究切入点】陶粒作为一种新兴材料,具有多孔、质轻、表面强度高的特殊构造,因此有隔水保气作用,且抗冻性良好,能够满足植物需水和透气的要求,逐渐走进大众视野。【拟解决的关键问题】研究以草炭、椰糠、蛭石、珍珠岩、陶粒为基质原料,复配 3 种基质,对比不同配比基质对草莓母苗生长和抽生匍匐茎的影响,为筛选适宜草莓母苗生长的基质配方提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试草莓为生长一致的‘宁玉’组培脱毒原种一代基质苗,供试基质均为商品基质,分别为草炭(粒径 0~10 mm 和 10~30 mm 2 种类型)、椰糠、珍珠岩、蛭石和陶粒。

1.2 试验设计

试验以草炭、椰糠、珍珠岩、蛭石和陶粒为原料,设 3 组复配处理(表 1)。草莓采用盆栽种植,容量为 3 L,每盆 1 株,每个处理组设 15 盆,3 个重复,于 2019 年 12 月 12 日定植于江苏省农业科学院的单层塑料大棚中,进行常规水肥管理。于 2020 年 6 月 5 日,按随机取样法,每个处理组分成 3 组,每组随机取样 3 盆,共 9 盆进行测定。

表 1 草莓盆栽育苗的基质配比(体积比)
Tab.1 Matrix ratio of strawberry potted seedlings(volume ratio)

处理 Treatment	草炭 Peat	椰糠 Coconut bran	珍珠岩 Perlite	蛭石 Vermiculite	陶粒 Ceramsite
T1	3(10~30 mm)	1	1	1	0.5
T2	3(10~30 mm)	0.5	2	0.5	0.5
T3	3(0~10 mm)	1	0.5	1.5	0.5

1.3 测定项目与方法

1.3.1 理化性质的测定 取体积为 2 L 的塑料量杯,称量(W_1);将自然风干的待测基质装入塑料量杯至 2 L 刻度线,称量(W_2);然后将装有基质的塑料量杯用湿纱布封口,浸泡 24 h 后(水位线始终超过量杯顶部),从水中取出,饱和水状态下称量(W_3),封口湿纱布称量(W_4);最后再用湿纱布包住塑料量杯,倒置 8 h,使量杯内的水分(重力水)自由沥干,称量(W_5)^[11]。相关物理指标公式如下:

容重/($\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$)= $(W_2-W_1)/2\ 000$ (1)

持水能力= $[(W_5-W_1-W_4)/(W_2-W_1)]\times 100\%$ (2)

总孔隙度= $[(W_3-W_2)/2\ 000]\times 100\%$ (3)

通气孔隙= $[(W_3+W_4-W_5)/2\ 000]\times 100\%$ (4)

持水孔隙(%)=总孔隙度-通气孔隙 (5)

气水比=通气孔隙/持水孔隙 (6)

pH 和电导率(EC)的测定方式:将自然风干的基质与去离子水按体积比 1:5 混合,充分搅拌 30 min 后用保鲜膜封口,静置 10 h,取过滤水,用 pH 计和电导仪进行测定^[11]。

1.3.2 生长指标的测定 株高使用直尺测量植株根部基面到中心点最高处的自然垂直高度,单位为 cm;茎粗用游标卡尺在距离根部 2 cm 处测量其茎部窄面的直径,单位为 mm;叶面积使用直尺测量中心叶向外展开的第 3 片叶的叶长 $\times$ 叶宽 $\times 0.72$ ^[12],单位为 mm^2 ;单株根长用直尺测量根部基部到根部尾部的距离,单位为 cm;茎叶鲜质量取其根部以上部分,用电子天平进行称量,单位为 g;根系鲜质量取其根部,

用电子天平进行称量,单位为g;叶绿素含量选取草莓自上而下第1~3片叶,采用丙酮乙醇浸提法进行测定。具体方法:把叶片碾磨粉末,然后称取约0.3 g,用丙酮:乙醇=1:1的浸提液定容至10 mL,浸提24 h,用紫外可见分光光度计在663 nm和645 nm波长下测定吸光值。按以下计算公式计算叶绿素含量:

$$\text{总叶绿素含量}/(\text{mg}\cdot\text{g}^{-1})=(8.04A_{663}+20.29A_{645})\times V/W\times 1\,000 \quad (7)$$

式(7)中, A_{663} 表示浸提液在663 nm波长下的吸光值, A_{645} 表示浸提液在645 nm波长下的吸光值, V 表示浸提液体积(mL), W 表示提取叶绿素的叶片质量^[13]。

1.3.3 根系活力的测定 采用植物根系活力检测试剂盒(萘胺微板法)(编号:R30348-100T),购于上海源叶生物科技有限公司。

1.3.4 根系相关抗氧化酶活性和丙二醛含量的测定 过氧化物酶(POD)活性、苯丙氨酸解氨酶(PAL)活性、超氧化物歧化酶(SOD)活性、多酚氧化酶(PPO)活性和丙二醛(MDA)含量的测定方法均采用检测试剂盒(编号分别为:BC0095、BC0215、BC0175、BC0195和BC0025),购于上海索莱宝生物科技有限公司。

1.4 数据处理

用Excel 2016软件整理数据,使用SPSS 21.0软件对相关数据进行单因素差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 不同配比基质的基本理化性质

为了探究不同基质的物理性质对草莓母苗生长状况的影响,对基质的基本理化性质进行了测定。由表2可知,3组复配基质的pH值与EC值的理化性质相近。T3的总孔隙度比T1、T2低1.95%、7.68%,差异较小,皆在可适宜种植范围;T3的草炭粒径小,蛭石容量大,因此容重最高,比T1高23.81%、比T2高44.44%($P<0.05$),差异显著。容重影响持水能力,T3的持水能力最高,T2最低;蛭石粘性大,T3的通气孔隙最低,T2最高。持水孔隙由总孔隙度和通气孔隙相减而得,因此T3持水孔隙最高,T2持水孔隙最低,T1适中。由水气比可知,T1通气孔隙和持水孔隙适中,T2通气孔隙大于持水孔隙,而T3持水孔隙较大于通气孔隙,适宜生长。pH值(自来水灌溉)稳定在6.3~6.4,EC值(自来水灌溉)稳定在0.5~0.6 ms/cm,草莓(自来水灌溉)正常生长的EC值在0.5~0.7 ms/cm,pH值中性或偏酸性,3组复配基质均适宜草莓苗的生长。

表2 不同配比基质的基本理化性质

Tab.2 Basic physical and chemical properties of matrix with different ratios

处理 Treatment	容重/($\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$) Bulk density	持水能力/% Water capacity	总孔隙度/% Total porosity	通气孔隙/% Ventilation pores	持水孔隙/% Water pores	水气比 Ratio of water to gas	pH值(自来水) pH value (tap water)	EC值(自来水) EC value (tap water)
T1	0.21±0.01 ^b	271.17±1.04 ^{ab}	71.63±0.58 ^b	35.83±0.90 ^b	35.80±0.36 ^b	0.99±0.03 ^b	6.41±0.01 ^a	0.54±0.01 ^a
T2	0.18±0.01 ^b	251.00±7.13 ^b	76.07±0.93 ^a	48.57±1.35 ^a	27.50±0.59 ^c	0.57±0.03 ^b	6.38±0.01 ^b	0.53±0.01 ^a
T3	0.26±0.01 ^a	291.70±10.58 ^a	70.23±0.81 ^b	19.57±0.92 ^c	50.66±1.58 ^a	2.59±0.23 ^a	6.35±0.01 ^c	0.50±0.01 ^b

表中数据为平均值±标准差,不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)。

The data in the table are mean ± standard deviation, and different lowercase letters indicate significant differences ($P<0.05$).

2.2 不同配比基质对草莓母苗茎叶生长及匍匐茎抽生情况的影响

研究分析了不同基质配比对草莓地上部分生长的影响,由图1可知,在相同的田间管理下,T3的草莓叶柄长、叶长、叶宽、茎粗、株高和茎叶鲜质量均为最高,分别比T1高22.24%、17.70%、7.14%、35.76%、7.96%和21.28% ($P<0.05$),比处理T2高27.36%、22.29%、9.78%、40.00%、31.03%和43.53% ($P<0.05$),差异显著。匍匐茎的抽生数量反映了该基质是否适合作为草莓母苗培育基质的重要指标,分析了3组基质实验匍匐茎的抽生情况,结果表明T3抽生匍匐茎数量最多,平均每株抽生3.99条,与

T1、T2 相比,差异显著;叶绿素含量差异较小,T1 最高,为 0.56 mg/g,T2 最低,为 0.47 mg/g,T3 含量适中,为 0.50 mg/g。

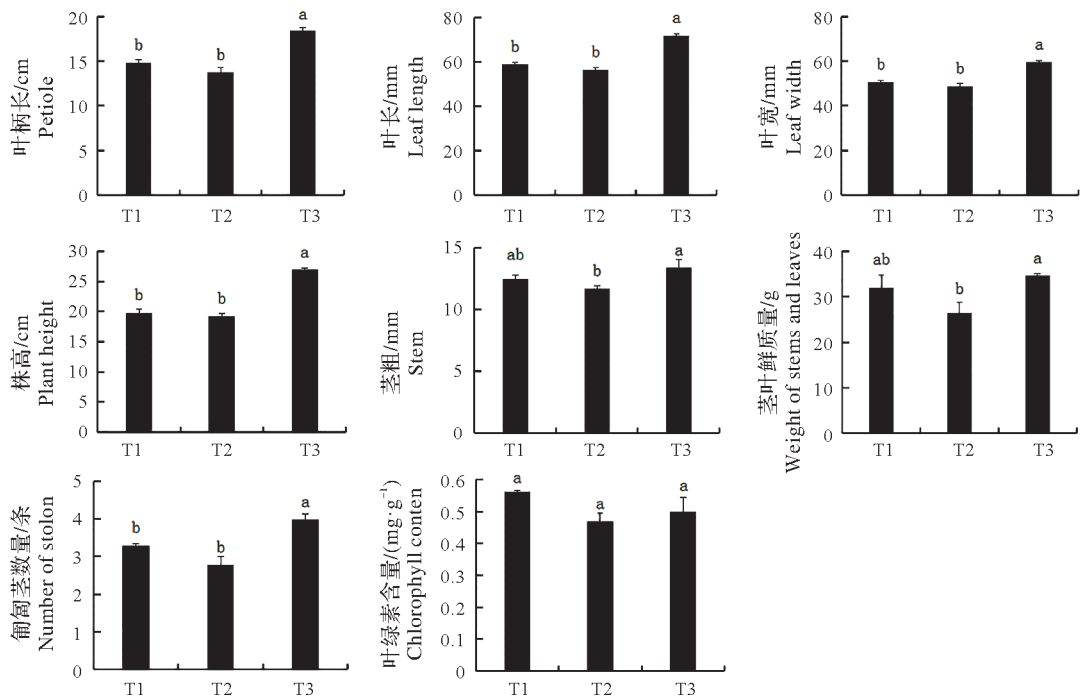


图 1 不同配比基质对草莓母苗茎叶生长及匍匐茎抽生情况的影响

Fig.1 Effect of different proportion matowth of rix on stem and leaf growth and stolon grstrawberry mother plants

2.3 不同配比基质对草莓母苗健康状况、生物鲜质量和根长的影响

不同配比基质处理,所得草莓母苗质量也不同,由表 3 和图 2 可知,3 组处理的草莓母苗均生长健康,无明显病虫害,单株根长以 T1 最高,T3 最低,T2 适中。但 T3 的草莓总鲜质量和地下部分鲜质量均为最高,分别比 T1 高 36.42%和 71.79%($P<0.05$),比 T2 高 44.04%和 56.21%($P<0.05$),差异显著。地上部分鲜质量比 T1 高 7.96%($P>0.05$),差异不显著,比 T2 高 31.03%($P<0.05$),差异显著。

表 3 不同配比基质对草莓母苗健康状况、生物鲜质量和根长的影响
Tab.3 Effects of different proportion matrix on health status,biological freshness and root length of strawberry mother plants

处理 Treatment	健康状况 Health	单株根长/cm Plant root length	总鲜质量/g The total quality of fresh	地上部分鲜质量/g Fresh quality of aboveground parts	地下部分鲜质量/g Fresh quality of underground parts
T1	无病虫害	28.87±0.14 ^a	57.80±5.41 ^b	32.03±2.63 ^{ab}	25.77±2.95 ^b
T2	无病虫害	28.73±0.42 ^a	54.74±2.71 ^b	26.39±2.42 ^b	28.34±3.29 ^b
T3	无病虫害	25.99±0.33 ^b	78.85±3.13 ^a	34.58±0.60 ^a	44.27±2.53 ^a

表中数据为平均值±标准差,不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)。
The data in the table are mean ± standard deviation ,and different lowercase letters indicate significant differences($P<0.05$).



图 2 不同配比基质的草莓母苗根系

Fig.2 Root system of strawberry mother plants with different proportion matrix

2.4 不同配比基质对草莓根系活力、抗氧化酶活性及丙二醛含量的影响

为了进一步探究不同配比基质对草莓母苗生理特性的影响,对相关指标进行了测定。由图3可知,T3的根系活力最高,比T1高866.19% ($P < 0.05$),差异显著;比T2高32.69% ($P > 0.05$),差异不显著。T3的过氧化物酶POD含量最高,T1的含量最低,T2含量适中,T3比T1高24.15% ($P > 0.05$),比T2高0.15% ($P > 0.05$),三者差异不显著。苯丙氨酸解氨酶PAL的含量以T3最高,以T1的含量最低,T3比T1高79.10% ($P < 0.05$),比T2高74.65% ($P < 0.05$),差异显著。多酚氧化酶PPO的含量以T1最高,以T2最低,二者差异显著;而超氧化物歧化酶SOD的含量以T2最高,以T1最低,T3适中。丙二醛MDA的含量以T1最高,以T3最低,T3比T1低33.69%,比T2低13.03%。查阅文献可知,POD、PAL、PPO和SOD的活性能力越高,植株的抗逆能力越强,MDA的含量越低,植物细胞膜受伤害程度越小,由上可得,T3的草莓苗的根系抗性能力相较于其他两组较好。

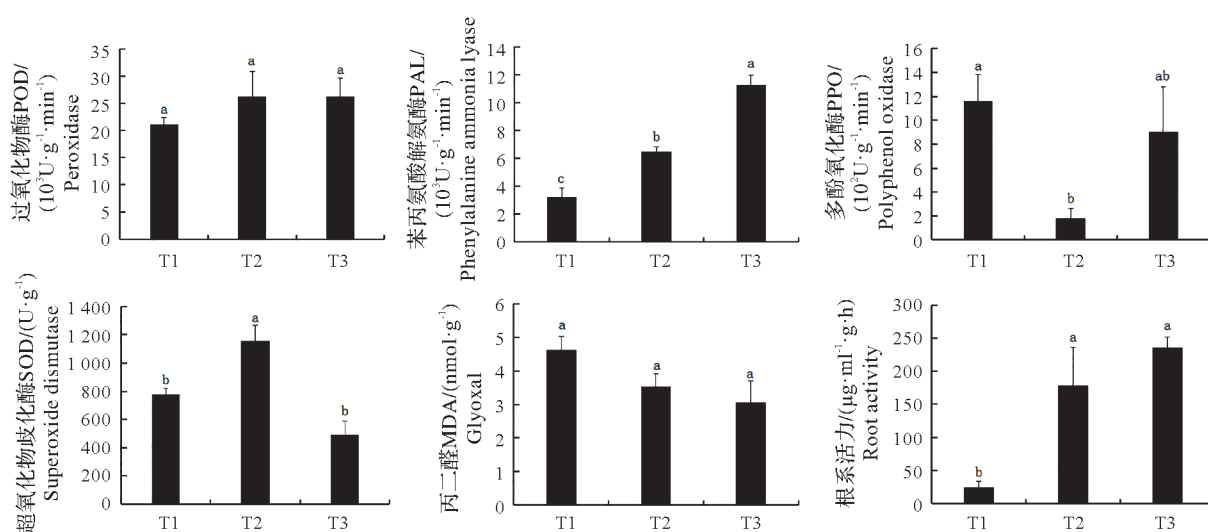


图3 不同配比基质对草莓母苗根系活力、抗氧化酶活性及丙二醛含量的影响

Fig.3 Effect of different proportion matrix on root activity, antioxidant enzyme activity and malondialdehyde content of strawberry mother plants

3 讨论

3.1 不同配比基质的基本理化性质对草莓母苗生长的影响

研究表明,从理化性质来看,3组不同配比基质处理均能满足植株生长的要求,T3的容重较高于T1和T2,盆栽种植,水气比相较于T1、T2达到较好水平,有较好的保水性,植株能茁壮生长,从通气孔隙与持水孔隙来看,T1的保水性和通气性相近,冬季生长,低温保暖性差,根系生长发育受阻,T2的通气性大于保水性,基质贮水保肥能力弱,植株则发育不良。在pH值和EC值中,3组处理差异较小,因田间水肥管理均使用自来水灌溉,测得的数据则比无离子水试验较高,但均在适宜生长范围。

3.2 不同配比基质对草莓母苗根茎叶生长、匍匐茎抽生情况及健康状况的影响

从所测的植株茎叶表型性状结果得出,T3的草莓母苗的叶长、叶宽、茎粗、株高和茎叶鲜质量分别高于T1和T2,表现出T3根部以上部分生长优于其他两组处理,植株生长健壮,且匍匐茎抽生数量也为最佳。T3的叶绿素含量比T1低,比T2高,3组处理差异较小,推测是日照角度和周围小环境的变化影响。3组处理的草莓母苗在整个生长周期内均无病虫害发生,推测原因为草莓种苗是组培脱毒原种一代基质苗,并且于12月初进行定植,冬春季温度低,水肥散失慢,且在大棚防雨防虫条件下,病虫害不易发生。

3.3 不同配比基质对草莓根系活力、抗氧化酶活性及丙二醛含量的影响

在测定的草莓苗生物量、根系活力和相关抗氧化酶活性方面,T3的草莓母苗的总鲜质量、地上部分鲜质量、根系鲜质量、根系活力均比T1和T2高,根系过氧化物酶POD、苯丙氨酸解氨酶PAL活性也高于

T1和T2,多酚氧化酶PPO和超氧化物歧化酶SOD含量虽不是最佳,但总含量在较好范围内,研究发现,PPO、POD、PAL和SOD是植物体内常见的抗氧化酶,当植物受到病害或者是逆境胁迫时,这些酶会被激活或被大量合成,从而起到保护植物的作用^[14]。T3的草莓苗POD和PAL的含量大于其他两组,表明其抗逆性优于其他两组。而T3的MDA含量比T1和T2低,MDA是膜脂氧化的主要产物,其累积量可作为衡量细胞膜受伤害程度的指标^[15]。MDA含量低,表明T3的草莓苗抗逆性高,对草莓提高抗性具有重要作用。根系是植物吸收养分、水分的主要器官,根系生长的生长状况将直接影响到草莓茎叶发育及健康程度,根系发达,则植株生长健壮。

4 结 论

目前我国草莓土壤栽培带来的负面效应不断增多,连作障碍、前茬病原菌、寄生虫卵和杂草遗留等问题,使得草莓生长发育受阻,产量和品质严重下降,已成为制约草莓产业发展的主要障碍。在草莓产业内,无土栽培的发展趋势兴盛,基质化育苗的需求量愈来愈大^[16],优良基质的寻求十分迫切。而草莓苗适于生长在土壤肥沃、保水保肥能力强、透水通气性好、质地疏松且偏酸性的土壤环境,良好的基质能够提高土壤有机质含量,改良土壤结构,使得土质疏松,空隙度增加,促进微生物活力和作物根系发育^[17]。通过研究得出,T3(草炭(0~10 mm):椰糠:珍珠岩:蛭石:陶粒=3:1:0.5:1.5:0.5)的基质配比通气保水性佳,偏酸性,基本满足草莓苗适宜生长环境的需求,该配比不仅能够较好地促进草莓母苗的生长发育及其匍匐茎的抽生,提高草莓植株抗逆性,为草莓母苗提供一种稳定、安全的环境,同时也为子苗的生长奠定了良好的基础,达到较好的壮苗效果。然而,此次研究处理配方较少,是否存在效果更佳的体积配方以及对于配方的微量调控还有待进一步探索。

参考文献 References:

- [1] 陈向梅,王秀峰,邱岸,等.生态型基质配比对草莓生长、产量及品质的影响[J].山东农业科学,2012,44(9):45-47.
CHEN X M, WANG X F, QIU A, et al. Effects of ecological organic substrate proportion on growth, yield and quality of strawberry[J]. Shandong agricultural sciences, 2012, 44(9): 45-47.
- [2] 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.
WU X Y, GAO Z Q, LI Z Q, et al. Current situation and development trend of strawberry production at home and abroad[J]. Journal of Beijing vocational college of agriculture, 2016, 30(2): 21-26.
- [3] 崔文浩,刘伟,樊新萍.高架设施草莓品种育苗比较试验[J].山西农业科学,2020,48(6):933-934.
CUI W H, LIU W, FAN X P. Comparative experiment of strawberry varieties in elevated facilities[J]. Journal of Shanxi agricultural sciences, 2020, 48(6): 933-934.
- [4] HUANG H C, CHOU C H, ERICKSON R S. Soil sickness and its control[J]. Allelopathy journal, 2006, 18(1): 1-21.
- [5] 章家恩,刘文高,王伟胜.亚热带不同植被根际微生物数量与根际土壤养分状况[J].土壤与环境,2002,11(3):279-282.
ZHANG J E, LIU W G, WANG W S. Microorganisms in rhizosphere and soil nutrient status of rhizosphere of different vegetation in subtropical[J]. Soil and environment sciences, 2002, 11(3): 279-282.
- [6] HOESTRA H. General remarks on replant disease[J]. Acta horticulture, 1988, 23(3): 11-16.
- [7] 孙朋朋,王全智,计懿,等.不同配比基质对草莓根系生长和果实品质的影响[J].中国南方果树,2020,49(2):137-140.
SUN P P, WANG Q Z, JI Y, et al. Effect of different proportion of matrix on root growth and fruit quality of strawberry[J]. A fruit trees in southern China, 2020, 49(2): 137-140.
- [8] 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.
WANG X L, HAN H Z, MIAO C Y, et al. An overview of cultivation status and cultivation patterns of strawberry[J]. Anhui agricultural science bulletin, 2020, 26(10): 36-37.

- [9] 王娟,陈立新,刘力勇,等.不同复合基质理化性质对草莓产量的影响及其主成分分析[J].北方园艺,2018(20):52-57.
WANG J, CHEN L X, LIU L Y, et al. Effects of physicochemical properties of different composite substrates on strawberry yield and its principal component analysis[J]. Northern horticulture, 2018(20):52-57.
- [10] 姜新,欧智涛,李一伟,等.不同栽培基质对‘甜查理’草莓生长及果实品质的影响[J].中国农学通报,2019,35(33):71-75.
JIANG X, OU Z T, LI Y W, et al. Substrates affect the growth and fruit quality of ‘sweet charlie’ strawberry[J]. Chinese agricultural science bulletin, 2019, 35(33):71-75.
- [11] 汪飞,罗学刚,赵健,等.松针和椰糠无土栽培基质理化性质比较研究[J].中国农学通报,2016,32(22):164-169.
WANG F, LUO X G, ZHAO J, et al. Comparison of physiochemical properties of pine needles and coconut coir[J]. Chinese agricultural science bulletin, 2016, 32(22):164-169.
- [12] 孙树兴.园艺研究法[M].1版.北京:中国农业大学出版社,1996,6(4):23-35.
SUN S X. Horticultural research first edition[M]. 1st ed. Beijing: China Agricultural University Press, 1996, 6(4):23-35.
- [13] 马丽,郭学良,齐红志,等.生物炭对连作草莓光合特性及光响应的影响[J].西北林学院学报,2020,35(2):72-78.
MA L, GUO X L, QI H Z, et al. Effects of biochar addition on photosynthetic characteristics and photoreponse of continuous-cropping strawberry[J]. Journal of northwest forestry university, 2020, 35(2):72-78.
- [14] 孙跃跃,马军妮,李玉龙,等.功能性育苗基质中生防菌及腐植酸钾对甜瓜穴盘苗的促生作用[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2016,44(9):174-180.
SUN Y Y, MA J N, LI Y L, et al. Growth-promoting effect of biocontrol bacteria and potassium humate in functional nursery substrate on plug seeding of melon[J]. Journal of northwest A&F university (natural science edition), 2016, 44(9):174-180.
- [15] 梁新华,史大刚.干旱胁迫对光果甘草幼苗根系MDA含量及保护酶POD、CAT活性的影响[J].干旱地区农业研究,2006,24(3):108-110.
LIANG X H, SHI D G. The MDA content and protective enzymes of root system POD, CAT *Glycyrrhiza uralensis* seedlings under drought stress effects[J]. Agricultural research in the arid areas, 2006, 24(3):108-110.
- [16] 于红梅,赵密珍,袁华招,等.不同农业废弃物复配基质对宁玉草莓高架育苗的影响[J].江西农业学报,2020,32(4):33-37.
YU H M, ZHAO M Z, YUAN H Z, et al. Effects of different compound substrates of agricultural waste on strawberry ‘Ningyu’ viaduct seedlings[J]. Acta agriculturae Jiangxi, 2020, 32(4):33-37.
- [17] 马丽,戚瑗娜,张锐,等.不同基质比对草莓根际微生物的影响[J].湖北农业科学,2014,53(7):1551-1553.
MA L, QI L N, ZHANG R, et al. Effects substrates with different ratios on rhizosphere microorganism of strawberry[J]. Hubei agricultural science, 2014, 53(7):1551-1553.