

不同营养液对番茄幼苗生长及光合色素含量的影响

吴丽君, 夏西亚, 王莹茜

(中南林业科技大学 林学院, 湖南 长沙 410004)

摘要:为了探索适合番茄无土育苗的营养液配方,以番茄品种“钻石红 1189”为试材,研究了 4 种营养液配方对番茄幼苗生长及光合色素含量的影响。结果表明:与对照相比,各营养液处理均能显著促进幼苗的生长,而荷兰配方、霍格兰德配方和园试配方对株高的促进作用显著大于山崎配方;营养液处理也能显著增加幼苗的茎粗和鲜质量,但不同配方间无显著差异;对于根系长度而言,荷兰配方处理的幼苗根系长度显著大于其它 3 种营养液处理及对照;荷兰配方、山崎配方和霍格兰德配方处理的幼苗根冠比显著大于对照,而园试配方处理的根冠比与对照无显著差异;从光合色素指标来看,园试配方处理的幼苗叶片叶绿素 a、叶绿素 b 含量最高,园试配方与霍格兰德配方处理的叶片类胡萝卜素含量显著高于其它处理;综合各指标表现得出,荷兰配方培养的番茄幼苗生长表现最好,是番茄无土育苗最佳的营养液配方。

关键词:番茄;幼苗;营养液配方;生长;光合色素

中图分类号:S 641.204⁺.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2017)03-0001-05

设施蔬菜产业是设施园艺产业的重要组成部分,设施蔬菜栽培不仅丰富了城乡人民的菜篮子,解决了淡季蔬菜的供应问题,而且大幅度提高了农民的收入,为调整农业产业结构提供了重要途径^[1]。但蔬菜设施栽培复种指数高,导致土壤连作障碍问题日渐突出,严重影响蔬菜的产量和品质^[2]。解决这个问题有效方法之一是发展无土栽培生产^[3]。不同类型的蔬菜无土栽培所使用的营养液配方不同,因此,要根据种植的作物种类、水源、气候条件等具体情况从众多的营养液配方中选择一个合适的配方,对于提高作物的产量和品质极为重要。

番茄(*Lycopersicon esculentum* Mill.)是茄科番茄属中以成熟多汁浆果为产品的草本蔬菜^[4],在番茄无土育苗过程中,营养液的选择与管理对培育壮苗非常关键。前人研究得出的适合番茄无土育苗的营养液配方不一致,如吕炯璋等^[5]的研究表明施用

荷兰配方的营养液对番茄植株生长发育最有利;孙敏红等^[6]研究得出,番茄无土栽培最佳的营养液配方是山崎配方;安娜等^[7]研究表明,最适合雾培番茄的营养液配方是英国休伊特配方。可见番茄不同品种或不同无土栽培方式下适合其生长的营养液配方不同,因此研究适合某种蔬菜的最佳营养液配方对蔬菜无土栽培具有重要的意义。该试验以番茄新品种“钻石红 1189”为试材,研究不同营养液配方对番茄幼苗期生长和光合色素的影响,以探索适合番茄生长发育的营养液配方,为基质培番茄产业化发展提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

采用郑州市蔬菜研究所研制的番茄品种“钻石红 1189”为供试材料,该品种为无限生长类型,耐低温弱光、长势强壮、连续坐果力强。

1.2 试验方法

试验在中南林业科技大学园艺实验室进行,选择的 4 种营养液配方为荷兰番茄专用配方、园试番茄专用配方、霍格兰德番茄专用配方和日本山崎番茄专用配方(表 1),微量元素为通用配方。将番茄种子温汤浸种处理后放入直径为 10 cm 的培养皿内发

第一作者简介:吴丽君(1980-),女,湖南益阳人,博士,讲师,研究方向为园艺植物及经济林育种与栽培。E-mail:lijun_wu@126.com.

基金项目:湖南省教育厅一般资助项目(14C1183);湖南省协同创新研究一般资助项目(2014B-01)。

收稿日期:2016-09-26

芽处理。培养皿置于光照培养箱中(温度为 25 ℃, 相对湿度为 95%, 黑暗), 每天补充适量的无菌水供发芽所需。将长有两叶一心的番茄幼苗移栽到装有蛭石的营养钵中, 每盆定植 2 株。每天 08:00—09:00 分别用上述 4 种营养液(营养液的酸碱度用 KOH 和 HNO₃ 进行调节, 使其 pH 保持在 5.5~6.8)进行浇灌, 以清水浇灌为对照, 每处理 12 盆幼苗, 3 次重复。每株约浇营养液 120 mL, 并在温度较高时及时补充水分, 培养一段时间后测定相关指标。

表 1 番茄大量元素营养液配方

Table 1 Macroelement nutrient solution formula of tomato

化合物	荷兰配方	园试配方	霍格兰德配方	山崎配方
硝酸钙 Ca(NO ₃) ₂ · 4H ₂ O	886	945	945	354
硝酸钾 KNO ₃	303	809	607	404
磷酸二氢铵 NH ₄ H ₂ PO ₄	—	153	115	77
磷酸二氢钾 KH ₂ PO ₄	204	—	—	—
硫酸镁 MgSO ₄ · 7H ₂ O	247	493	493	246
硫酸铵 (NH ₄) ₂ SO ₄	33	—	—	—
硫酸钾 K ₂ SO ₄	218	—	—	—

1.3 项目测定

1.3.1 番茄幼苗生长指标的测定 对移栽后 7 d(第 1 次)、14 d(第 2 次)、21 d(第 3 次)、28 d(第 4 次)的番茄幼苗进行生长指标测定, 包括株高、茎粗、主根长度、叶片数量、全株鲜质量和根冠比等, 其中根冠比是指供试番茄幼苗植株的地上部分和地下部分的鲜质量之比。

1.3.2 番茄幼苗光合色素含量测定 参照沈伟其^[8]的方法对定植 28 d 后番茄幼苗叶片的叶绿素 a、b 及类胡萝卜素含量进行测定。

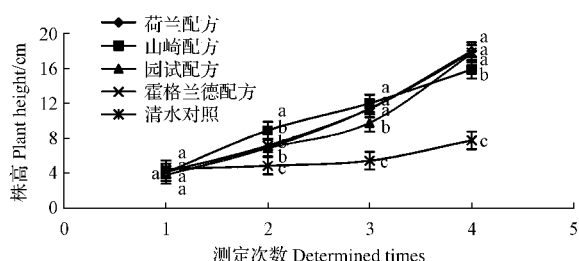
1.4 数据分析

运用 SPSS 13.0 软件对试验数据进行方差分析和多重比较, 在 Excel 2003 中绘制图表。

2 结果与分析

2.1 不同营养液配方对幼苗株高的影响

由图 1 可以看出, 不同营养液处理均能显著增加番茄幼苗的株高($P < 0.05$)。第 4 次测定时, 荷兰配方、霍格兰德配方和园试配方培养的幼苗株高较高, 分别为 17.98、17.80、17.68 cm, 且处理间无显著差异; 山崎配方幼苗株高次之, 为 15.86 cm, 清水处理的幼苗最矮, 为 7.76 cm。随着栽培时间的延长, 各营养液处理下幼苗的株高均显著增加。第 4 次测定时, 荷兰配方、园试配方、霍格兰德配方、山崎配方培养的幼苗株高分别比第 1 次测定时增加了 374.4%、366.5%、331.0%、287.8%, 而对照处理仅增加了 74.0%。



注: 同列不同字母表示差异显著 ($P < 0.05$), 下同。

Note: Different letters in the same column mean significant difference at 0.05 level. The same below.

图 1 不同营养液配方对番茄幼苗株高的影响

Fig. 1 Effect of different nutrient solution on plant height of tomato seedlings

2.2 不同营养液配方对幼苗茎粗的影响

由图 2 可以看出, 第 4 次测定时, 清水处理的幼苗茎粗显著小于 4 种营养液处理的幼苗茎粗, 而 4 种营养液培育的幼苗之间茎粗差异不显著。随着培养天数的增加, 各处理下番茄幼苗的茎粗均有增加, 其中增加幅度最小的是清水配方, 为 267.3%, 施用山崎配方和园试配方营养液的幼苗茎粗增加量较大, 分别为 647.5% 和 585.2%, 荷兰配方和霍格兰德配方培养的番茄幼苗茎粗增加量最大, 分别为 787.3% 和 760.3%。

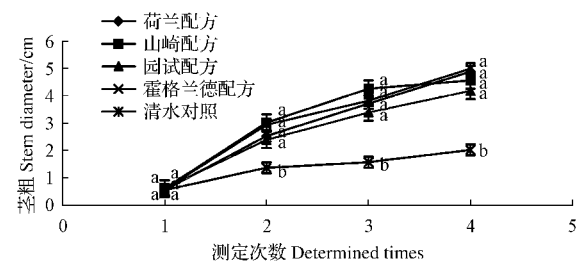


图 2 不同营养液配方对番茄幼苗茎粗的影响

Fig. 2 Effect of different nutrient solution on stem diameter of tomato seedlings

2.3 不同营养液配方对幼苗根长的影响

由图 3 可知, 第 4 次测定时, 施用不同配方营养液的番茄幼苗根系长度存在显著差异, 荷兰配方处理的幼苗根长最长, 为 15.48 cm; 山崎配方、园试配方和霍格兰德配方次之, 分别为 12.20、11.60、10.42 cm, 3 个处理间无显著差异; 清水浇灌的幼苗根长最短, 为 7.56 cm。随着培养天数的增加, 对照处理的根长变化不明显, 而各营养液处理下的幼苗根系长度均显著增加。其中荷兰配方处理的幼苗根长生长量最大, 为 382.2%, 霍格兰德配方和山崎配方的根长生长量次之, 分别为 236.1% 和 216.9%, 园试配方的根长生长量为 162.4%。

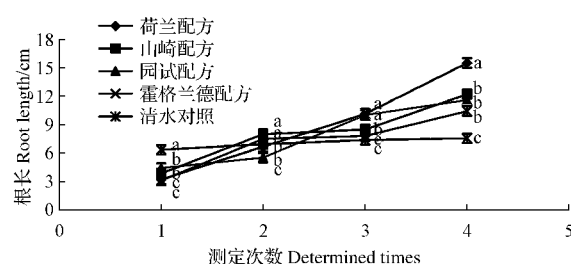


图3 不同营养液配方对番茄幼苗根长的影响

Fig. 3 Effect of different nutrient solution on root length of tomato seedlings

2.4 不同营养液配方对幼苗叶片数的影响

从图4可知,随着培养天数的增加,各处理下的番茄幼苗叶片数量均有增加,增加幅度最小的是清水对照,增加了10片,荷兰配方增加幅度最大,增加了41片,其次是山崎配方(39片)、霍格兰德配方(38片)、园试配方(33片)。第4次测定时,4种营养液配方处理的幼苗叶片数均显著多于对照。

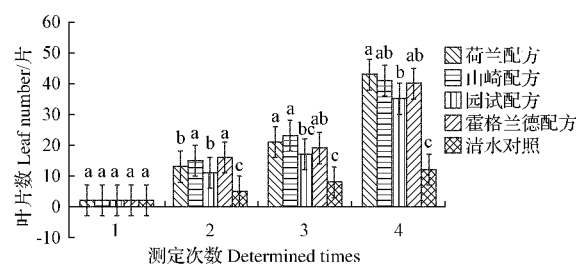


图4 不同营养液配方对番茄幼苗叶片数的影响

Fig. 4 Effect of different nutrient solution on leaves number of tomato seedlings

2.5 不同营养液配方对全株鲜质量的影响

由图5可知,第4次测定时,各营养液处理的番茄幼苗鲜质量显著高于清水对照组,各营养液处理之间差异不显著。随着培养天数的增加,对照处理的幼苗鲜质量变化较小,仅比培养初期增加了0.972 g。各营养液处理的番茄幼苗鲜质量显著增加,其中荷兰配方增加幅度最大,增加了8.514 g。

2.6 不同营养液配方对幼苗根冠比的影响

由图6可知,第4次测定时,荷兰配方、山崎配方和霍格兰德配方处理的幼苗根冠比显著大于对照,而园试配方处理的根冠比与对照无显著差异。随着培养时间的延长,各处理培养的植株根冠比均呈上升的趋势,其中园试配方与荷兰配方的根冠比增加幅度较大,分别比培养初期增加了176.3%和149.3%,山崎配方和霍格兰德配方次之,为74.9%和52.3%,而清水对照只较培养初期增加了17.6%。

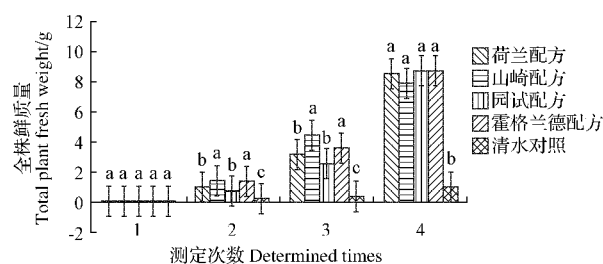


图5 不同营养液配方对番茄幼苗鲜质量的影响

Fig. 5 Effect of different nutrient solution on fresh weight of tomato seedlings

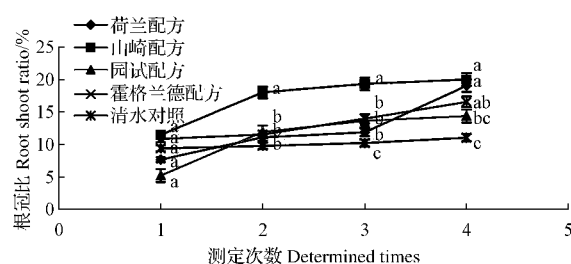


图6 不同营养液配方对番茄幼苗根冠比的影响

Fig. 6 Effect of different nutrient solution on root shoot ratio of tomato seedlings

2.7 不同营养液配方对叶片光合色素含量的影响

由图7可知,培养28 d时,4种营养液处理的番茄幼苗叶片叶绿素a、叶绿素b和类胡萝卜素含量均显著高于清水对照。4种配方中又以园试配方处理的幼苗叶绿素a、叶绿素b含量最高。对于类胡萝卜素而言,园试配方与霍格兰德配方处理的含量无显著差异,但都显著高于荷兰配方、山崎配方和对照。

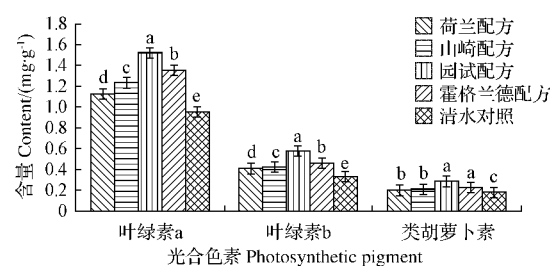


图7 不同营养液配方对培养28 d番茄幼苗光合色素含量的影响

Fig. 7 Effect of different nutrient solution cultivated tomato for 28 days on photosynthetic pigment content of tomato seedlings

3 结论与讨论

无土栽培是用配制好的营养液为作物提供营养的一种新型栽培技术,各种营养液配方由于养分组成和浓度的差异,对蔬菜的产量和品质会产生不同的影响^[9]。因此,营养液配方的选择和优化对蔬菜

无土栽培具有重要意义。

株高是植物的形态指标,在植物特定的生长期,可以直观反映出植物的长势和营养吸收状况。KILINC 等^[10]比较了 5 个配方对水培条件下无花果生长的影响,以 Hewitt 和 Hoagland 最佳。该试验中,培养 28 d 时,荷兰配方、霍格兰德配方和园试配方培养的番茄幼苗株高显著大于山崎配方和对照,其原因是不同配方的养分组成和浓度的差异,其中荷兰配方、霍格兰德配方和园试配方中的氮素浓度高于山崎配方。林国祚等^[11]对尾巨桉的研究也表明,高氮处理对苗高生长的促进作用明显。

鲜质量是植物对水分和营养液吸收情况的总体指标,能直接体现出植物与产量的关系,该研究结果表明,各营养液配方培养的番茄幼苗鲜质量均显著高于对照。任瑞珍^[12]研究表明,荷兰温室营养液配方有增加黄瓜鲜质量的作用,与该研究结果相似。根冠比大小则反映了植物地下部分与地上部分的相关性。该试验中,培养 28 d 时,荷兰配方、山崎配方和霍格兰德配方处理的幼苗根冠比显著大于清水对照,而园试配方的根冠比与对照无显著差异。分析原因可能是荷兰配方、山崎配方和霍格兰德配方中所含的硝酸钙、硝酸钾、磷酸二氢铵浓度较低,更有利于番茄根系的生长,从而提高了根冠比,与刘士哲等^[13]的研究结果一致。

叶绿素的合成是一系列酶促反应,受诸多环境因子、发育因子以及营养状况等因素的影响。植物叶片中叶绿素含量的高低,不仅影响叶片对光能的吸收,还影响叶片光合作用的强弱^[14]。该试验结果表明,园试配方培养的番茄幼苗叶片叶绿素 a、叶绿素 b 含量最高,而园试配方与霍格兰德配方处理的幼苗类胡萝卜素含量最高。其原因可能是园试与霍格兰德配方中的铵态氮含量较多,铵态氮可以促进铁元素的吸收,使得叶绿素含量明显高于其它处理^[15-17]。

参考文献

- [1] 郭世荣,孙锦,束胜,等.我国设施园艺概况及发展趋势[J].中国蔬菜,2012(18):1-14.
- [2] 李俊,李建明,曹凯,等.西北地区设施农业研究现状及存在的问题[J].中国蔬菜,2013(6):24-29.
- [3] 郭文龙,党菊香,吕家珑,等.不同年限蔬菜大棚土壤性质演变与施肥问题的研究[J].干旱地区农业研究,2005,23(1):85-89.
- [4] 徐鹤林,李景富.中国番茄[M].北京:中国农业出版社,2007:3-16.
- [5] 吕炯璋,桑鹏图,李灵芝,等.不同营养液配方与浓度对番茄幼苗生长的影响[J].山西农业大学学报,2010,30(2):112-116.
- [6] 孙敏红,许益娟.不同营养液配方对番茄幼苗生长的影响[J].广东农业科学,2011(8):55-57.
- [7] 安娜,须晖,孙周平.雾培番茄不同营养液配方的生产效果比较[J].沈阳农业大学学报,2006,37(3):495-497.
- [8] 沈伟其.测定水稻叶片叶绿素含量的混合液提取法[J].植物生理通讯,1988(3):62-64.
- [9] 肖宝珠,肖庆元.无土栽培技术的应用前景[J].湖南农业科学,1994(2):23.
- [10] KILINC S S, ERTAN E, SEFEROGLU S. Effects of different nutrient solution formulations on morphological and biochemical characteristics of nursery fig trees grown in substrate culture[J]. Scientia Horticulture, 2007, 113: 20-27.
- [11] 林国祚,彭彦,谢耀坚.不同营养液下尾巨桉幼苗生长及生理特性的变化[J].热带作物学报,2012,33(3):499-504.
- [12] 任瑞珍.黄瓜营养液育苗关键技术[D].南京:南京农业大学,2012.
- [13] 刘士哲,林东教,罗健.巨鸢玉和金盛球两种仙人球静置水培适应性及营养液配方的研究[J].园艺学报,2003,30(5):559-562.
- [14] 吴晓艳,周守标,程龙玲,等.营养液对鸭儿芹幼苗生长、抗氧化酶活性及叶绿素荧光参数的影响[J].植物营养与肥料学报,2012,18(4):1026-1034.
- [15] 李凤童,陈秀兰,刘春贵,等.不同配方营养液对水培风信子生长及观赏品质的影响[J].中南林业科技大学学报,2012,32(10):130-134.
- [16] FANASCA S, COLLA G, MAIANI G, et al. Changes in antioxidant content of tomato fruits in response to cultivar and nutrient solution composition[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2006, 54: 4319-4325.
- [17] SARKAR S, KIRIWA Y, ENDO M, et al. Effect of fertigation management and the composition of nutrient solution on the yield and quality of high soluble solid content tomatoes[J]. Journal of the Japanese Society for Horticultural Science, 2008, 77(2):143-149.

Effects of Different Nutrient Solution on Growth and Photosynthetic Pigment Content of Tomato

WU Lijun, XIA Xiya, WANG Yingxi

(Forestry College, Central South University of Forestry and Technology, Changsha, Hunan 410004)

Abstract: 'Red Diamond 1189' was used as test material to study the effect of four nutrient solution formulas on the growth and photosynthetic pigment content of tomato seedlings, in order to research the suitable nutrient solution for soilless seedling of tomato. The results indicated that four nutrient solution formulas could all enhance seedlings growth of tomato compared with the control. While expansionary effect of Holland formula, Hoagland formula and Garden test formula on the height was significantly greater than that of Yamazaki formula. Nutrient

腐胺对硝酸钙胁迫下黄瓜幼苗生长、抗氧化系统及光合作用的影响

李雅洁, 陆晓民

(安徽科技学院 生命科学学院, 安徽 凤阳 233100)

摘要:以“津春二号”黄瓜为试材,研究了硝酸钙胁迫下腐胺对黄瓜幼苗生长、抗氧化系统及光合作用的影响。结果表明:与对照相比,硝酸钙胁迫导致黄瓜幼苗叶片超氧阴离子产生速率、过氧化氢和丙二醛含量、膜透性显著升高,其净光合速率、气孔导度、蒸腾速率、胞间 CO_2 浓度分别下降 33.39%、55.18%、30.23%、34.56%,幼苗干物质积累减少 44.17%,生长显著受抑;而腐胺可提高叶片超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化物酶(POD)、过氧化氢酶(CAT)等抗氧化酶活性,降低其超氧阴离子产生速率、过氧化氢和丙二醛(MDA)含量以及细胞膜透性,缓解硝酸钙胁迫下 P_n 值下降幅度,幼苗干物质积累增加 21.59%,加快生长;可见,腐胺可通过调节硝酸钙胁迫下黄瓜幼苗抗氧化性以减少其膜脂过氧化程度,进而维持其较高的光合性能,有效促进了硝酸钙胁迫下黄瓜幼苗生长。

关键词:黄瓜;硝酸钙胁迫;腐胺;抗氧化系统;光合

中图分类号:S 642.204⁺.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2017)03-0005-06

近年来,随着我国农业产业结构的不断调整及“菜篮子”工程的逐步实施,作为蔬菜产业最重要组

成的设施蔬菜生产得到了长足发展,并已成为衡量当代蔬菜产业现代化程度的重要标志,为提高农民收入及解决我国蔬菜周年供应从而改善人民生活水平发挥了巨大作用^[1]。

然而,因设施环境相对密闭、复种指数高、施肥量大,常使设施内温度高、蒸发量大、雨水淋洗少,从而导致盐分聚集引起设施内土壤次生盐渍化日趋严重^[2-3]。研究表明,次生盐渍化土壤积盐可导致其渗透压增大,通气、透水性变差,使得植物因生理性干旱而引起植物体内活性氧代谢失调,光合下降,生长受抑。据分析,设施土壤中的阴、阳离子分别以

第一作者简介:李雅洁(1992-),女,硕士研究生,研究方向为设施园艺及蔬菜生理生化。E-mail:liyajie302@163.com.

责任作者:陆晓民(1969-),男,安徽固镇人,博士,教授,硕士生导师,现主要从事设施作物生理生态等研究工作。E-mail:luxiaomin88@163.com.

基金项目:安徽省现代农业产业技术体系专项资助项目(AH-CYTX-9);安徽高校省级自然科学基金资助项目(KJ2013Z040);安徽科技学院校级重点学科资助项目(AKZDXK2015C05)。

收稿日期:2016-09-27

solution formulas could all enhance seedlings stem diameter and fresh weight significantly, but there was no significant difference between the different formulations. As for the root length, which of seedlings treated by Holland formula was significantly higher than that of the other three kinds of nutrient solution. The root shoot ratio of seedlings cultivated by Holland formula, Yamazaki formula and Hoagland formula was significantly greater than that of the control. While the Garden test formula ones showed no significant difference with the control. The chlorophyll a, chlorophyll b content of seedlings treated by Garden test formula was highest, while carotenoid content of Garden test formula and Hoagland formula was significantly higher than other treatments. Taking all factors into consideration, Holland formula was the best nutrient solution formula for soilless cultivation of tomato, supplied with which tomato had the best performance in growth.

Keywords: tomato; seedlings; nutrient solution formula; growth; photosynthetic pigment