

闭锁室内水分、养分及光照强度对番茄幼苗生长的影响

侯艳锋 曲英华 邓健 金宝燕

摘要 以中杂 9号番茄为供试品种,采用 72孔穴盘,在闭锁型育苗系统内进行番茄穴盘育苗的不同水分、养分及光照强度试验,测定番茄幼苗叶片数、株高、茎粗、地上部和地下部干质量、根冠比、壮苗指数、叶绿素含量等指标。结果表明,闭锁型育苗系统内基质相对含水量为 70%~80%、每 2 d 每盘浇灌 1 次 1 倍山崎配方营养液 500 mL 和光照强度为 $320 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 时,幼苗生长明显好于其他处理。

关键词 番茄 闭锁型育苗系统 水分 养分 光照强度

闭锁型育苗系统是 20 世纪 90 年代由日本开发的一种植物工厂,采用绝热板围护材料,使其与外部环境实现良好的隔离,可有效避免外界环境条件变化对内部育苗环境的影响。系统内部人工照明、温湿度和气体成分等环境条件可完全根据植物的要求,按设定的理想模式进行自动调控。一般常规育苗是在自然光照的温室或苗圃进行,环境不易调控,不同季节和气候条件下幼苗生长速度差异很大,难以稳定地生产出优质种苗。闭锁型育苗系统有效地改善了幼苗的生长环境,可使幼苗在适宜环境下生长,达到高效、快速、整齐、优质的目的,生产出高品质的幼苗^[1-3]。

中国农业大学农业部设施农业生物环境工程重点开放实验室于 2004 年引进日本闭锁型育苗系统技术,并进行改进及国产化后在中国农业大学水利与土木工程学院建成了闭锁型育苗系统(简称闭锁室)。本试验是在该系统内通过研究不同水分、养分及光照强度对番茄幼苗生长和生理特性的影响,探索闭锁型育苗系统内番茄育苗的适宜环境条件方案,为制定该系统内番茄穴盘育苗的管理规程提供

基础参数和理论依据。

1 材料与方法

试验于 2006 年在本院闭锁型育苗系统内进行,在宽 70 cm、长 120 cm 的 5 层育苗架(每层高 40 cm)上每层并排摆放 4 个育苗盘(长约 60 cm,宽约 30 cm)。

供试材料为中杂 9 号番茄,采用 72 孔穴盘,育苗基质为草炭 蛭石 珍珠岩 = 8V 1V 1V。播前浸种催芽,播后覆盖 0.5~1.0 cm 厚的蛭石。

1.1 不同灌水量对番茄幼苗生长的影响

试验设 4 个处理,不同灌水量以基质相对含水量划分(表 1),每处理 3 盘,3 次重复。试验周期:2006 年 6 月 3~27 日,6 月 3 日播种,6 月 6 日出苗率达 90%,补苗后开始按不同灌水量进行处理。每天清晨 8:00 称盘质量,以灌水量与盘质量的关系确定基质相对含水量,灌水至各处理基质相对含水量上限(试验前计算统计闭锁室内穴盘水分蒸发现律,得出每穴盘每天的水分蒸发量为基质相对含水量的 10%左右)。每 4 d 每盘浇灌 1 次 1/2 倍山崎配方营养液 500 mL。

1.2 不同营养液施用量对番茄幼苗生长的影响

营养液配方采用 1/2 倍和 1 倍的山崎配方。每个配方设 3 个处理,即每隔 2、4、6 d 每盘浇灌 1 次营养液 500 mL;每处理 3 盘,3 次重复。试验周期:2006 年 8 月 7 日~9 月 1 日,8 月 7 日播种,8 月 10 日出芽率达 80%,补苗后开始按不同施肥量进行处

侯艳锋,硕士研究生,中国农业大学水利与土木工程学院,100083
曲英华(通讯作者,Email:quyinghua@cau.edu.cn),邓健,中国农业大学水利与土木工程学院,北京市海淀区清华东路,100083
金宝燕,北京市海淀区西北旺镇农业综合服务中心

收稿日期:2006-12-31;修回日期:2007-03-07

基金项目:北京市教育委员会都市农业学科群建设项目(XK100190553),北京市教育委员会共建项目建设计划(XK100190652)

理。基质相对含水量保持在 70 % ~ 80 %。

1.3 不同光照强度对番茄幼苗生长的影响

试验设 3 个处理,照明采用三基色高效荧光灯(36 W)。处理 1 为每层 2 根高效荧光灯管(光照强度约 $100 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$),处理 2 为每层 4 根高效荧光灯管(光照强度约 $210 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$),处理 3 为每层 6 根高效荧光灯管(光照强度约 $320 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$);每处理 3 盘,3 次重复。试验周期:2006 年 4 月 26 日 ~ 5 月 21 日,4 月 26 日播种,4 月 29 日出苗率达 90 %,补苗后进行不同光照强度处理。处理期间每 2 d 灌 1 次水(每盘 500 mL),每 4 d 浇灌 1 次营养液(1/2 倍山崎配方营养液,同灌水一同施入)。

闭锁型育苗系统内环境恒定:空气湿度为 55 % ~ 65 %, CO_2 浓度为 $600 \sim 800 \mu\text{mol} \cdot \text{mol}^{-1}$,温度明期为 26 ,暗期为 16 。育苗期间测定幼苗生长和生理指标如植株叶片数、株高、茎粗、地上部和地下部干质量、根冠比、壮苗指数(茎粗/株

高/全株干质量)以及叶绿素含量(丙酮提取法)等。数据采用 Excel, SPSS 软件进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同灌水量对番茄幼苗生长的影响

不同灌水量对闭锁型育苗系统内幼苗生长影响较大,基质相对含水量达到 70 % 以上时,植株生长势旺盛,叶片数和株高都显著优于其他处理,但基质相对含水量 80 % ~ 90 % 的处理幼苗茎粗、地上部和地下部干质量、壮苗指数、叶绿素含量都不如基质相对含水量 70 % ~ 80 % 的处理。基质相对含水量 60 % ~ 70 % 的处理幼苗根系虽然发育较好,但地上部的茎叶生长不如基质相对含水量 70 % 以上的处理。基质相对含水量 50 % ~ 60 % 的处理幼苗表现出水分胁迫的症状,幼苗生长受到抑制。从叶片数、株高、茎粗、植株干质量以及壮苗指数各项指标综合来看,基质相对含水量 70 % ~ 80 % 的处理优于其他处理(表 1)。

表 1 不同灌水量对番茄幼苗生长的影响

基质相对含水量	叶片数/片	株高/cm	茎粗/mm	地上部干质量/g	地下部干质量/g	根冠比	壮苗指数	叶绿素含量/ $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$
80 % ~ 90 %	5.06 a	10.20 a	2.30 b	0.070 8 b	0.015 2 b	21.908 4 b	0.001 9 b	1.121 4 d
70 % ~ 80 %	5.22 a	10.06 a	2.67 a	0.094 1 a	0.022 4 a	23.879 3 b	0.003 1 a	1.330 2 c
60 % ~ 70 %	4.50 b	9.28 b	2.16 b	0.075 3 b	0.023 9 a	31.003 3 a	0.002 3 b	1.482 8 b
50 % ~ 60 %	3.62 c	7.64 c	1.85 c	0.037 8 c	0.006 4 c	17.216 7 b	0.001 1 c	1.608 0 a

注:表中同列数据后不同小写字母表示差异显著($\alpha=0.05$),下表同

2.2 不同营养液施用量对番茄幼苗生长的影响

闭锁型育苗系统内不同营养液施用量通过水分吸收和养分供应而显著影响幼苗生长。每 2 d 每盘浇灌 1 次 1 倍山崎配方营养液 500 mL 的处理效果最好,幼苗叶片数、地上部和地下部干质量、壮苗指

数均为最优,生长状况最好。每 2 d 每盘浇灌 1 次 1/2 倍山崎配方营养液 500 mL 的处理幼苗叶片数、株高、茎粗、地上部和地下部干质量、壮苗指数和每 4 d 每盘浇灌 1 次 1 倍山崎配方营养液 500 mL 的处理差异不显著(表 2)。

表 2 不同营养液施用量对番茄幼苗生长的影响

营养液配方	营养液浇灌 相隔天数 ¹⁾ /d	叶片数 片	株高 cm	茎粗 mm	地上部干质量 g	地下部干质量 g	根冠比	壮苗指数	叶绿素含量 $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$
1/2 倍山崎配方	2	4.46 ab	13.86 a	3.23 a	0.183 7 ab	0.027 7 b	22.294 8 a	0.004 9 b	2.095 7 b
	4	4.00 c	11.50 b	2.85 bc	0.128 1 c	0.028 6 b	20.256 0 a	0.003 9 cd	2.097 7 b
	6	3.40 d	10.40 c	2.44 d	0.075 3 d	0.014 9 c	14.871 1 bc	0.002 1 e	1.650 0 d
1 倍山崎配方	2	4.68 a	13.44 a	3.21 a	0.214 7 a	0.038 8 a	18.050 3 ab	0.006 1 a	2.155 7 ab
	4	4.12 bc	13.71 a	3.07 ab	0.176 2 b	0.021 8 bc	12.283 9 c	0.004 4 bc	2.228 3 a
	6	3.78 cd	11.42 b	2.69 c	0.111 7 c	0.015 9 c	14.074 6 bc	0.003 0 de	1.835 7 c

注:1)每次每盘浇灌 500 mL

2.3 不同光照强度对番茄幼苗生长的影响

3 个光照强度处理除株高差异不显著外,叶片数、茎粗、地上部和地下部干质量、根冠比、壮苗指数、叶绿素含量都差异显著。其中, $100 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$

的处理幼苗茎粗仅 2.05 mm,地上部干质量不到 $320 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 处理的 30 %,叶片数也显著少于其他两处理,说明 $100 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 处理的光照过弱,幼苗生长受到抑制。随着光照强

度的增加,幼苗生长得到改善,光照强度为 $320 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 的处理幼苗壮苗指数最大,为 0.005 4,其叶片数、茎粗、地上部和地下部干质量、壮苗指数均显著优于其他两个处理(表 3)。

表 3 不同光照强度对番茄幼苗生长的影响

光照强度 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$	叶片数 片	株高 cm	茎粗 mm	地上部干质量 g	地下部干质量 g	根冠比	壮苗指数	叶绿素含量 $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$
100	3.96 c	10.26 a	2.05 c	0.048 5 c	0.003 7 c	17.671 7 b	0.001 0 c	1.324 3 b
210	4.29 b	11.06 a	2.57 b	0.116 9 b	0.021 1 b	18.003 8 a	0.003 2 b	1.540 2 ab
320	4.82 a	10.62 a	2.90 a	0.170 2 a	0.026 9 a	15.808 0 a	0.005 4 a	1.630 8 a

3 结论与讨论

在闭锁型育苗系统内育苗,当基质相对含水量为 70%~80%时,番茄幼苗的生长状况最好,同前人报道的温室内穴盘育苗灌水量试验结果基本相同^[4-5]。在实际生产中,可以根据系统内自动灌溉设备的喷淋时间和次数与基质相对含水量之间的关系来确定灌水量。另外,闭锁型育苗系统内空调制冷的冷凝水可回收作为灌溉用水,以达到环保节水的目的。

在闭锁型育苗系统内进行番茄穴盘育苗时,每 2 d 每盘浇灌 1 次 1 倍山崎配方营养液 500 mL,番茄幼苗叶片数、株高、茎粗、地上部和地下部干质量以及壮苗指数各指标均表现优异。但本试验中幼苗壮苗指数偏低,可能是与苗龄有关,据赵瑞等^[6]报道,壮苗指数的大小与幼苗苗龄有关,随苗龄增大,幼苗的壮苗指数及营养面积也相应增大。葛晓光^[7]报道,在温室内番茄穴盘育苗苗期一般采用 1/2 倍营养液进行浇灌,这与本试验结果不一致,可能是因为温室的昼夜温度不易控制,番茄幼苗易徒长,所以要控制施肥量以降低幼苗的徒长现象。而闭锁型育苗系统内其他环境条件均能够满足番茄幼苗的生长需要,所以即使浇灌 1

倍山崎配方营养液也没有导致幼苗徒长,可以培育出优质的壮苗。

鲁福成等^[8]报道,光照强度 200~300 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 就可以满足番茄苗期生长,本试验也证明 6 根 36 W 三基色高效荧光灯(光合有效光量子流密度达到 $320 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$,约相当于 24 000 lx)完全可以满足番茄幼苗的生长。

参考文献

- [1] 古在丰树. 先端技术による日本农业の展开 [J] 农业园艺, 1987, 62(10): 34.
- [2] 大山克己, 藤原雅哉, 古在丰树. 闭锁型苗生产システムにおけるナス・ル成型苗生产 [J] 园艺学会杂志, 1999, 68(2): 299.
- [3] 大山克己. 闭锁型苗生产システムの開発およびその利用 [J] 植物工場学会志, 2003, 15(1): 1-10.
- [4] 李建明, 邹志荣. 番茄苗期灌溉最佳土壤含水量上限指标的研究 [J] 河北农业技术师范学院学报, 1998, 12(4): 26-29.
- [5] 崔秀敏, 王秀峰. 基质供水状况对番茄穴盘苗生物学积累及营养吸收的影响 [J] 西北农业学报, 2005, 13(4): 169-173.
- [6] 赵瑞, 陈俊琴. 番茄穴盘苗苗龄和营养面积的研究 [J] 中国蔬菜, 2004(4): 19-21.
- [7] 葛晓光. 蔬菜育苗技术及理论 [M] 西安: 陕西科学技术出版社, 1989: 137-146.
- [8] 鲁福成, 张静芳, 张仲国. 弱光对番茄幼苗生长的影响 [J] 华北农学报, 2002, 17(4): 44-48.

Effect of Moisture, Nutrient and Light Intensity on the Growth of Tomato Seedlings in Closed Transplant Production System

Hou Yanfeng, Qu Yinghua, Deng Jian, et al (Water Conservancy and Civil Engineering College, China Agricultural University, Beijing 100083)

Abstract Tomato variety Zhongza No. 9 was used as trial material, experiment of raising seedlings with 72-plug trays were carried out under different irrigating water amount, fertilizer amount and light intensity in closed transplant production system. The indexes of the tomato seedlings such as plant height, stem diameter, dry weight of root and shoot, chlorophyll content were measured. The results showed that the growth and physiology indexes of the plug-seedling were obviously better than those of seedlings in other treatments when relative water content of growing media was 70% - 80%, the amount of fertilizer applied was 500 mL nutrient solution every two days and the light intensity was $320 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$.

Key words Tomato, Closed transplant production system, Moisture, Nutrient, Light intensity