

曲继松, 张丽娟, 冯海萍, 等. 根域限制对柠条基质黄瓜幼苗生长及气体交换参数的影响[J]. 江苏农业学报, 2015, 31(1): 130-133.  
doi:10.3969/j.issn.1000-4440.2015.01.020

## 根域限制对柠条基质黄瓜幼苗生长及气体交换参数的影响

曲继松, 张丽娟, 冯海萍, 杨冬艳  
(宁夏农林科学院种质资源研究所, 宁夏 银川 750002)

**摘要:** 为了解柠条基质育苗过程中根域体积大小对黄瓜幼苗生长和光合生理特性的影响, 以黄瓜品种德尔99为试材, 采用自配育苗基质[柠条粉:珍珠岩:蛭石=7:2:1(体积比)], 按照不同规格穴盘(每盘32~288穴)进行育苗。结果表明:黄瓜幼苗株高随着根域体积减小而逐渐增高, 根系长度与根域体积的皮尔逊系数为0.962 7, 根系体积与根域体积的皮尔逊系数为0.960 2, 地下部干质量、壮苗系数与根域体积的皮尔逊系数分别为0.899 0、0.888 8;每盘32穴处理、每盘50穴处理、每盘72穴处理壮苗系数均大于0.25;黄瓜幼苗的净光合速率、蒸腾速率、胞间CO<sub>2</sub>浓度随着根域体积的减小而降低, 每盘72穴处理的水分利用效率值最高, 为2.513 9。综合壮苗指数、根系活力、气体交换参数等多方面因素考虑, 建议柠条基质培育黄瓜幼苗时使用每盘72穴的穴盘。

**关键词:** 柠条基质; 根域体积; 黄瓜幼苗; 干物质积累; 光合特性

**中图分类号:** S316、S642.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4440(2015)01-0130-04

## Effect of root-zone volume on the growth and gas exchange parameters of cucumber seedlings in *caragana* substrates

QU Ji-song, ZHANG Li-juan, FENG Hai-ping, YANG Dong-yan

(Institute of Germplasm Resources, Ningxia Academy of Agricultural and Forestry Science, Yinchuan 750002, China)

**Abstract:** To explore the effects of volume size of root domain on growth and photosynthetic physiological characteristics of cucumber seedlings cultured in *caragana* substrates, the cucumber variety, De Er 99 with different root sizes (32 cells to 288 cells per plate) were nurtured in self-made nursery matrix (*caragana* powder: perlite: vermiculite = 7:2:1 by volume). The results show that the cucumber seedling height gradually increased as the root domain volume decreased. The Pearson correlation coefficient was 0.962 7 between root length and root domain volume, was 0.960 2 between root volume and the volume of the root domain, was 0.899 0 between root dry mass and root domain volume, and was 0.888 8 between seedling indexes and root domain volume. The seedling indexes of treatments of 32 cells per plate, 50 cells per plate and 72 cells per plate were greater than 0.25. The net photosynthetic rate, transpiration rate and intercellular CO<sub>2</sub> concentration of cucumber seedlings reduced with the decrease of root domain volume. The water use efficiency value of 72 cells per plate treatment was the highest, reaching 2.513 9. The treatment of 72 cells per plate was recommend to be the favorable volume size for cucumber seedling growth.

**Key words:** *caragana* substrate; root-zone volume; cucumber seedling; dry matter accumulation; photosynthetic characteristic

收稿日期: 2014-05-14

基金项目: 宁夏自然科学基金项目(NZ12241); 宁夏科技攻关项目(2012ZYH110); 宁夏重大科技专项子项目(2013ZDN04)

作者简介: 曲继松(1980-), 男, 吉林永吉人, 硕士, 助理研究员, 从事设施环境调控和工厂化育苗研究。(Tel) 0951-6886778; (E-mail) qujs119@126.com

穴盘育苗是对传统育苗方式的一次革新, 影响

穴盘苗质量的关键因素是基质和穴盘规格。基质是容器苗生长发育的载体,基质成分及其相对比例对苗木生长影响显著。但是穴盘规格对特定基质条件下单一种类蔬菜幼苗影响的研究却不多,尤其是新型替代草炭的柠条基质更是鲜有报道。容器苗根域体积是固定的,容易对地下部分生长造成限制,进而影响地上部分的生长,基质与容器的筛选一直是国内外容器育苗研究的重要内容<sup>[1-7]</sup>。本课题组2009~2013年以柠条粉作为育苗基质的试验取得了初步成效,尤其是在西瓜<sup>[8]</sup>、甜瓜<sup>[9]</sup>、茄子<sup>[10]</sup>、辣椒<sup>[11]</sup>等育苗上有较好表现。目前通过柠条基质配型筛选研究基本确定了柠条基质的配比类型,但是在使用柠条基质进行多种蔬菜育苗的过程中穴盘选择存在一定不确定性,因此本试验对单一蔬菜品种育苗的穴盘选择进行研究,为柠条资源合理利用和工厂化育苗生产提供理论依据和技术支撑。

1 材料与方法

1.1 试验地点和时间

试验地点位于宁夏回族自治区银川市宁夏农林科学院园林场试验基地内,试验时间为2013年10月20日~11月30日。试验在10 m跨度育苗专用日光温室内进行,所有穴盘在育苗床架上按照南北方向摆放。穴盘横向并排一字排开,与温室前沿平行,距离温室前沿3 m。

1.2 试验材料 and 处理

供试黄瓜品种为德尔99,引自于天津德瑞特种业公司。供试柠条粉购自宁夏回族自治区盐池县源丰草产业有限公司。1 m<sup>3</sup>柠条粉加入2.0 kg 尿素、商品有机肥(N:P:K=12:8:9)5 kg,高温静态发酵90 d后,加入珍珠岩和蛭石(柠条粉:珍珠岩:蛭石=7:2:1,体积比),作为育苗基质使用。使用29 cm×58 cm 标准穴盘,每个处理1个穴盘,重复3次。各处理见表1。

1.3 测定方法

1.3.1 生长指标的测定 出苗后30 d,用直尺测量幼苗株高、根长,采用排水法测定根系体积,采用氯化三苯基四氮唑(TTC)法<sup>[12]</sup>测定根系活力。每个处理测量5株,随机选择。计算根冠比和壮苗指数,根冠比=地下部干质量/地上部干质量,壮苗指数=(茎粗/株高+地下部干质量/地上部干质量)×全株干质量<sup>[8]</sup>。

表1 各处理的根域体积

Table 1 The root domain volume of each treatment

处理	穴盘规格(穴/盘)	根域体积(cm <sup>3</sup> ,穴)
1	32	110.07
2	50	67.20
3	72	39.06
4	98	26.82
5	128	19.76
6	200	12.21
7	288	7.28

1.3.2 气体交换参数的测定 采用TPS-2便携式光合作用测定系统测定净光合速率( $P_n$ )、蒸腾速率( $T_r$ )、气孔导度( $G_s$ )、胞间CO<sub>2</sub>浓度( $C_i$ )。计算水分利用效率(WUE), $WUE = P_n / T_r$ 。每处理选取3片完好的功能叶进行测量,每叶片重复3次。

1.4 数据处理

采用DPS3.01软件Duncan's新复极差法和Excel软件进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 根域限制对黄瓜幼苗生长的影响

从表2可以发现,在株高方面,黄瓜幼苗株高并没有随根域体积减小而降低,而是随着根域体积减小而逐渐增高,其大小与根域体积呈负相关;处理7最高,为9.2 cm;处理2最矮,仅为5.1 cm,为处理7的55.43%。在茎粗方面,处理3最大,为4.032 mm;处理7最小,为3.296 mm;各处理大小顺序为:处理3>处理2>处理4>处理1>处理5>处理6>处理7。在叶片数量方面,所有处理均为2叶1心。

表2 根域体积对黄瓜幼苗生长的影响

Table 2 Effect of root-zone volume on growth of cucumber seedling

处理	株高(cm)	茎粗(mm)	叶片数
1	5.5e	3.698d	2a
2	5.1f	3.794bc	2a
3	5.9d	4.032a	2a
4	7.0c	3.708c	2a
5	6.8cd	3.680d	2a
6	8.6b	3.452e	2a
7	9.2a	3.296f	2a

处理1~7见表1。同列不同字母表示差异显著( $P<0.05$ )。

## 2.2 根域限制对黄瓜幼苗根系发育的影响

在黄瓜幼苗根系长度方面,处理 1 最大,为 10.4 cm,处理 7 最小,为 5.3 cm,仅为处理 1 的 50.96%,各处理大小顺序为:处理 1>处理 2>处理 3>处理 4>处理 5>处理 6>处理 7,根系长度与根域体积呈线性正相关关系,皮尔逊系数为 0.962 7;根系体积大小关系与根系长度类似,处理 1 最大,为 0.91 ml,其值为处理 7 的 3.14 倍,根系体积与根域体积呈线性正相关关系,皮尔逊系数为 0.960 2;在根系活力方面,处理 2 最大,为 0.474  $\mu\text{g}/(\text{g} \cdot \text{h})$ ,处理 7 值最小,为处理 2 的 74.47%,总体趋势为随着根系体积的减小而逐渐减小(表 3)。

## 2.3 根域限制对黄瓜幼苗干物质积累的影响

在黄瓜幼苗干物质积累方面,幼苗地上部鲜质量各处理之间差异显著,处理 6 最大,为 1.113 g,处理 2 最小,仅为 0.747 g,各处理大小关系为:处理 6>处理 7>处理 4>处理 5>处理 3>处理 1>处理 2,无显著规律;地上部干质量变化与地上部鲜质量相似,无明显规律(表 4)。黄瓜幼苗地下部鲜质量各处理之间差异显著,各处理大小关系为:处理 1>处理 2>处理 3>处理 4>处理 5>处理 6>处理 7,地下部鲜质量与根域

体积呈线性正相关,皮尔逊系数为 0.834 0;地下部干质量变化规律与地下部鲜质量相一致,皮尔逊系数为 0.899 0;全株鲜质量和全株干质量变化无显著规律;根冠比值大小随着根域体积的减小而减小,皮尔逊系数为 0.869 7;在壮苗系数方面,各处理大小关系为:处理 1>处理 2>处理 3>处理 4>处理 5>处理 6>处理 7,皮尔逊系数为 0.888 8,处理 1、处理 2、处理 3 均大于 0.25,而其他处理均小于 0.2。

表 3 根域体积对黄瓜幼苗根系的影响

Table 3 The effect of root-zone volume on root growth of cucumber seedling

处理	根系长度 (cm)	根系体积 (ml)	根系活力 [ $\mu\text{g}/(\text{g} \cdot \text{h})$ ]
1	10.4a	0.91a	0.465c
2	9.3b	0.77b	0.474a
3	7.8c	0.61c	0.455d
4	7.3cd	0.55d	0.466b
5	6.6d	0.47e	0.428e
6	5.5e	0.35f	0.387f
7	5.3f	0.29g	0.353g

处理 1~7 见表 1。同列不同字母表示差异显著( $P<0.05$ )。

表 4 根域体积对黄瓜幼苗干物质积累的影响

Table 4 Effect of root-zone volume on accumulation of dry matter of cucumber seedling

处理	地上部鲜 质量(g)	地上部干 质量(g)	地下部鲜 质量(g)	地下部干 质量(g)	全株鲜 质量(g)	全株干 质量(g)	根冠比	壮苗指数 (g)
1	0.785ef	0.069d	0.315a	0.018a	1.100c	0.087d	0.261a	0.028 4a
2	0.747f	0.064e	0.309b	0.017ab	1.056d	0.081e	0.266a	0.027 5b
3	0.798e	0.069d	0.299c	0.016ab	1.097c	0.085d	0.232b	0.025 5c
4	0.932c	0.078cd	0.258d	0.012b	1.190b	0.090c	0.154c	0.018 6d
5	0.912d	0.082c	0.219e	0.012b	1.131b	0.094c	0.146cd	0.018 8d
6	1.113a	0.099a	0.191f	0.010bc	1.304a	0.109a	0.101d	0.015 4e
7	1.088b	0.096b	0.167g	0.009c	1.255ab	0.105b	0.094e	0.013 6f

处理 1~7 见表 1。同列不同字母表示差异显著( $P<0.05$ )。

## 2.4 根域限制对黄瓜幼苗气体交换参数的影响

黄瓜幼苗气体交换参数净光合速率( $P_n$ )、蒸腾速率( $T_r$ )、气孔导度( $G_s$ )、胞间  $\text{CO}_2$  浓度( $C_i$ )受根域体积影响显著。随着根域体积的减小, $P_n$ 、 $T_r$ 、 $G_s$ 、 $C_i$ 均降低,且与根域体积呈线性正相关,皮尔逊系数分别为 0.887 4、0.931 6、0.800 6、0.945 6。在水分利用效率(WUE)方面,其值变化无显著规律,处理 3 最高,为 2.513 9,处理 1 最小,为 2.406 3(表 5)。

## 3 讨论

无论是何种苗龄,均表现为穴盘孔数越少,蔬菜幼苗生长势越强<sup>[13]</sup>。本试验结果表明,黄瓜幼苗株高随着根域体积减小而逐渐增高,其值与根域体积的皮尔逊系数为 0.962 7;根系体积与根域体积的皮尔逊系数为 0.960 2;地下部鲜质量、地下部干质量、根冠比、壮苗系数与根域体积的皮尔逊系数分别为

0.834 0、0.899 0、0.869 7、0.888 8, 每盘 32 穴处理、每盘 50 穴处理、每盘 72 穴处理壮苗系数均大于

0.25。总体而言,根域体积越大对黄瓜幼苗形态指标越有利,这与张海利等的结果相一致<sup>[14]</sup>。

表 5 根域体积限制对黄瓜幼苗叶片气体交换参数的影响

Table 5 Effect of root-zone volume on gas exchange parameters in the leaves of cucumber seedling

处理	净光合速率 [ $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ]	蒸腾速率 [ $\text{mmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ]	气孔导度 [ $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ]	胞间 $\text{CO}_2$ 浓度 ( $\mu\text{mol}/\text{mol}$ )	水分利用效率
1	12.32a	5.12a	0.28a	287.53a	2.406 3c
2	11.87b	4.89b	0.26a	274.33b	2.427 4c
3	11.74b	4.67bc	0.26a	273.33b	2.513 9a
4	11.05c	4.54bc	0.25ab	264.67c	2.433 9bc
5	10.70d	4.36c	0.24ab	263.00c	2.454 1b
6	10.45d	4.30c	0.19b	253.33d	2.430 2bc
7	9.73e	3.97d	0.19b	252.33d	2.450 9b

处理 1~7 见表 1。同列不同字母表示差异显著( $P<0.05$ )。

随着根域体积的减小,黄瓜幼苗的净光合速率、蒸腾速率、气孔导度、胞间  $\text{CO}_2$  浓度均降低,且与根域体积的皮尔逊系数分别为 0.887 4、0.931 6、0.800 6、0.945 6,这一结果与孙磊玲等研究结果相一致<sup>[15]</sup>。虽有根域限制对植株光合作用无影响的报道<sup>[16]</sup>,但极度根域限制仍会使光合速率下降<sup>[17]</sup>。每盘 72 穴处理的 WUE 值最高,为 2.513 9。

综合黄瓜幼苗植株壮苗指数、根系活力、气体交换参数( $P_n$ 、 $T_r$ 、 $G_s$ 、 $C_i$ 、WUE)等多方面的分析比较结果表明,每盘 72 穴的穴盘较适宜进行柠条基质黄瓜育苗。

## 参考文献:

- [1] 邓煜,刘志峰. 温室容器育苗基质及苗木生长规律的研究[J]. 林业科学, 2000, 36(5): 33-39.
- [2] GINWAL H S, RAWAT D S, HARMA S, et al. Standardization of proper volume/size and type of root trainer for raising acacia nilotica seedlings; nursery evaluation and field trail[J]. Indian Forestry, 2001(127): 920-928.
- [3] BASHIR A, QAISAR K N, KHAN M A, et al. Standardization of growing media for raising pinus wallichiana seedlings under root trainer production system in nursery[J]. Environment and Ecology, 2009, 27(1A): 381-384.
- [4] AGBOGIDI O M, ENUJEKE E C, ESHEGBEYI O F. Germination and seedling growth of African pear (*Dacryodes edulis* Don. G. Lam. H. J.) as affected by different planting media[J]. American Journal of Plant Physiology, 2007, 2(4): 282-286.
- [5] GOPAL S, SUMIT C, DEY A N. Effect of growing media on germination and initial seedling growth of *Albizia procera* (Roxb) Benth in Terai zone of West Bengal[J]. Environment and Ecology, 2007, 25(Special 2): 406-407.
- [6] 王月生,周志春,金国庆,等. 基质配比对南方红豆杉容器苗及其移栽生长的影响[J]. 浙江林学院学报, 2007, 24(5): 643-646.
- [7] 张纪卯. 不同基质和容器规格对油杉容器苗生长的影响[J]. 福建林学院学报, 2001, 21(2): 176-180.
- [8] 曲继松,郭文忠,张丽娟,等. 柠条粉作基质对西瓜幼苗生长发育及干物质积累的影响[J]. 农业工程学报, 2010, 26(8): 291-295.
- [9] 张丽娟,曲继松,冯海萍,等. 利用柠条发酵粉作育苗基质对甜瓜幼苗质量的影响[J]. 北方园艺, 2010(15): 165-167.
- [10] 曲继松,张丽娟,冯海萍,等. 混配柠条粉基质对茄子幼苗生长发育的影响[J]. 西北农业学报, 2012, 21(11): 162-167.
- [11] 曲继松,张丽娟,冯海萍,等. 发酵柠条粉混配基质对辣椒幼苗生长发育的影响[J]. 江苏农业学报, 2012, 28(4): 846-850.
- [12] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000.
- [13] 陈慧,梁朝晖,谢燕青,等. 不同规格穴盘育苗对大白菜生长及产量的影响[J]. 长江蔬菜, 2011(12): 38-40.
- [14] 张海利,孙娟,庞子千. 不同穴盘规格对番茄幼苗生长发育的影响[J]. 长江蔬菜, 2012(8): 42-43.
- [15] 孙磊玲,黄丹枫,张凯,等. 根域体积对普通白菜幼苗生长的影响[J]. 中国蔬菜, 2012(18): 116-121.
- [16] KHARKINA T G, ROSENQVIST E, OTTOSEN C O. Effects of root restriction on the growth and physiology of cucumber plants[J]. Physiologia Plantarum, 1999, 105(3): 434-441.
- [17] WILL R E, TESKEY R O. Effect of elevated carbon dioxide concentration and root restriction on net photosynthesis, water relations and foliar carbohydrate status of loblolly pine seedlings[J]. Tree Physiol, 1997, 17(10): 655-661.

(责任编辑:张震林)