

马晓燕, 高艳明, 李建设, 等. 容器对基质栽培春茬黄瓜生长和产量的影响[J]. 江苏农业学报, 2016, 32(4): 879-884.
doi:10.3969/j.issn.1000-4440.2016.04.026

容器对基质栽培春茬黄瓜生长和产量的影响

马晓燕, 高艳明, 李建设
(宁夏大学农学院, 宁夏 银川 750021)

摘要: 以黄瓜品种博美 626 为试验材料, 采用有盖苯板泡沫栽培箱、无盖苯板泡沫栽培箱、无盖塑料栽培槽、塑料栽培袋 4 种不同容器对其生长、根系活力、容器内根际环境、产量进行比较研究, 旨在筛选出适合宁夏黄瓜高产基质栽培的栽培容器。使用塑料栽培袋栽培的黄瓜在生长中后期的株高、茎粗高于其他 3 个处理, 且黄瓜根表面积、平均直径和单株根体积也显著高于其他各处理。塑料栽培袋栽培的黄瓜地上部鲜质量、地上部干质量和地下部干质量显著高于其他各处理, 根系活力最大。塑料栽培袋的基质湿度最大, 变化较为稳定, 且在春季栽培中有明显根际温度优势。塑料栽培袋处理的黄瓜总产量、单株平均产量都极显著高于其他 3 个处理。说明塑料栽培袋是黄瓜春季栽培中适宜的栽培容器。

关键词: 黄瓜; 容器; 生长; 产量

中图分类号: S642.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4440(2016)04-0879-06

Influences of containers on growth and yield of substrate-cultured spring cucumber

MA Xiao-yan, GAO Yan-ming, LI Jian-she
(School of Agriculture, Ningxia University, Yinchuan 750021, China)

Abstract: Comparative studies were carried out on the growth, root vigor, rhizosphere temperature and humidity, and yield of cucumber variety Bomei 626 planted in four containers, lid-free benzene plate foam boxes, lidded benzene plate foam boxes, lid-free plastic cultivation slots, and plastic bags, to select a kind of container for high-yielding substrate cultivation. The cucumber planted in the plastic bags showed higher plant and wider stem diameter in the middle and late growth stages, and the root surface area, root diameter and root volume were bigger. The substrate in plastic bags exhibited the highest and stable humidity, and optimal rhizosphere temperature for spring cucumber. The fresh weight and dry weight of aerial part, the dry weight of underground part, and the root vigor of Bomei 626 were higher than those in other three containers. As a result, Bomei 626 planted in the plastic bags achieved the highest yield. Plastic bag is the kind of container favorable for spring cucumber.

Key words: cucumber; container; growth; yield

无土栽培具有避免土传病虫害与连作障碍、提高水肥利用效率、实现生产过程可控、高产优质等诸多优点, 已成为发展优质蔬菜生产的重要途径^[1]。

目前中国设施蔬菜营养基质无土栽培的方式有槽式栽培、袋式栽培及桶栽等^[2]。

宁夏属于西北类型黄瓜种植区, 虽然在过去的几十年中黄瓜的总产量有明显提高, 但主要还是依赖种植面积的扩大。因此, 如何提高黄瓜单位面积产量成为亟待解决的问题。作为一种离地种植模式, 容器栽培可以有效地解决土壤连作障碍及土传病害等问题, 另外还能够最大限度降低栽培前准备

收稿日期: 2015-12-14

基金项目: 国家科技支撑计划项目(2014BAD05B02)

作者简介: 马晓燕(1989-), 女, 山东聊城人, 硕士研究生, 研究方向为蔬菜生理生态。(E-mail) 965318058@qq.com

通讯作者: 李建设, (E-mail) jslinxn@163.com

的劳动强度,节约人力成本。

本试验拟采用不同容器栽培黄瓜,通过比较 4 种栽培容器对黄瓜生长和产量的影响,筛选出适宜黄瓜基质栽培生产的栽培容器,从而为完善黄瓜容器基质栽培技术体系奠定基础。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验于 2015 年 2 月在宁夏贺兰园艺产业园连栋温室内进行。供试黄瓜于 2015 年 2 月 3 日播种于 72 穴的育苗穴盘中,3 月 5 日分别定植于不同容器中,每个容器定植 2 株,采用滴箭式滴灌系统,每株黄瓜插一个滴头,滴头距植株 5 cm。营养液使用宁夏大学黄瓜专用配方(其中含大量元素: NO_3^- -N 12.0 mmol/L、 NH_4^+ -N 1.3 mmol/L、 P_2O_5 1.3 mmol/L、 K_2O 5.0 mmol/L、Ca 2.0 mmol/L、Mg 2.0 mmol/L、S 2.0 mmol/L;微量元素:Fe 12.0 mg/L、B 1.3 mg/L、Mn 1.3 mg/L、Zn 5.0 mg/L、Cu 3.0 mg/L、Mo 2.0 mg/L)。

试验黄瓜品种为博美 626(天津德瑞特种业有限公司生产)。

供试基质基本理化性质见表 1。

表 1 试验基质的理化性质

Table 1 Physiochemical property of the substrate

pH	电导率 (ms/cm)	速效氮 (mg/kg)	速效磷 (mg/kg)	速效钾 (mg/kg)	容重 (g/cm ³)
6.50	1.64	531.56	187.59	1852.78	0.43

1.2 试验方法

采用单因素完全随机区组设计,试验设 4 个处理,其中处理 A(有盖苯板泡沫栽培箱)上方开有两个定植孔,定植孔直径为 10.0 cm,容器长为 55.0 cm、宽为 29.0 cm、高为 26.0 cm、容器壁厚度为 2.0 cm,装入基质 0.033 m³;处理 B(无盖苯板泡沫栽培箱)容器长、宽、高、壁厚和基质质量与处理 A 相同;处理 C(塑料栽培槽)容器长为 66.0 cm、宽为 26.0 cm、高为 21.0 cm、壁厚为 0.5 cm,装入基质 0.028 m³;处理 D(塑料栽培袋)袋长为 90.0 cm、宽为 38.0 cm、厚度为 0.2 mm,装入基质 0.030 m³。

每个处理 3 次重复,摆放 24 个容器,每个容器内定植 2 株幼苗,株距 30 cm,行距 80 cm。

定植当天浇足定根水,3 月 9 日起开始滴灌营

养液,营养液贮存于容积为 4.0 m³的地下水箱中,苗期每天清晨滴液 1 次,每次每株滴液 375 ml,4 月 20 日开始,每天早晚各滴液 1 次,每株每次滴液 425 ml,5 月 25 日以后,每天早晚各滴液 1 次,每株每天滴液 650 ml,7 月 1 日后改滴清水。黄瓜采用吊蔓栽培,单蔓整枝,前 5 片叶下不留瓜,病虫害防治同一般栽培。7 月 11 日拉秧。

1.3 测定项目

1.3.1 生长指标 从定植当天开始,每隔 15 d 选取各处理 12 株黄瓜测定株高、茎粗、叶面积^[3]等生长指标,整个生长期内一共测定 5 次;拉秧时,每个重复选取 2 个植株,将黄瓜根团整箱倒出并仔细清洗干净,使用 WinRHIZO 根系分析系统(加拿大)对黄瓜根系生长参数(根长、根表面积、根粗、单株根体积)进行扫描并分析。

1.3.2 生理指标 根系活力采用李合生的 TTC 法^[4]测定。制作标准曲线,称取根系样品,试验预处理,紫外分光光度计进行比色,然后根据公式进行计算:TTC 还原强度 = TTC 还原量(μg)/[根质量(g)×时间(h)]

1.3.3 根际基质温度 在黄瓜生育期内(4 月 1 日和 4 月 30 日)分别选择一个典型晴天和阴天,记录不同容器处理下基质 10 cm 处 24 h 的温度变化。并记录黄瓜整个生育期基质内的平均温度,并以相同时点空气的温度作对照。

1.3.4 根际基质湿度 在黄瓜不同生育期(3 月 6 日、4 月 20 日、5 月 29 日)开始后的 10 d 内于每天浇水后使用土壤水分温度电导率仪-WET(英国)每隔 2 h 对容器内基质 10 cm 处的湿度进行测定。

1.3.5 基质微生物含量 试验基质需要测定的微生物:真菌、细菌、放线菌。微生物测定:将田间取回新鲜基质样过 10 目的筛,装入自封袋中保存于 4 ℃冰箱中。微生物采用平板混菌法培养,细菌的培养基为牛肉汁蛋白胨琼脂培养基,真菌采用马丁氏琼脂培养基,放线菌使用改良高氏 1 号琼脂培养基。于定植后第 2 d(3 月 6 日)取第 1 次基质样,3 月 27 日进行第 2 次取样,此后每隔 1 个月取样 1 次。测定过程中根据微生物生长情况对培养皿中细菌每 3 d 计数 1 次,真菌每 5 d 计数 1 次,放线菌每 7 d 计数 1 次,每个处理 3 次重复取平均值。

1.3.6 黄瓜果实性状和产量测定 黄瓜果实成熟时开始采收,对果实性状(瓜长、横径、平均单瓜质

量、单株结瓜数)进行记录。果实品质测定:抗坏血酸(Vc)含量使用钼蓝比色法^[5]测定,可溶性糖使用蒽酮比色法^[6]测定,可溶性固形物和有机酸分别使用数显糖量计和酸碱滴定法^[6]测定,可溶性蛋白含量使用考马斯亮蓝染色法^[6]测定。拉秧后对黄瓜植株地上、地下部生物量(植株茎、叶和根系)分别进行干鲜质量测定。将黄瓜根系剪下洗净后与植株地上部使用电子天平直接称质量并分别记录数值;干质量使用烘干法,105℃杀青,75℃烘干至恒质量后使用电子天平再次称质量并分别记录数值。采收期为定植后38d至拉秧。

1.4 数据统计分析

采用 Excel2003、DPS v7.05 软件进行数据处理

分析。

2 结果与分析

2.1 容器对基质栽培春茬黄瓜地上部形态指标的影响

由图1可见,黄瓜定植45d前,处理C的植株最高,定植45d后,处理D的株高显著高于其他处理。定植45d时株高大小的顺序为,处理D>处理A>处理C>处理B。随生育期的延长,黄瓜茎粗不断增大,定植45d和75d时处理D的茎粗最大,与其他3个处理差异显著。定植15~45d时处理D的叶面积最大,定植45~60d,黄瓜叶面积增速明显,各处理间存在显著差异。

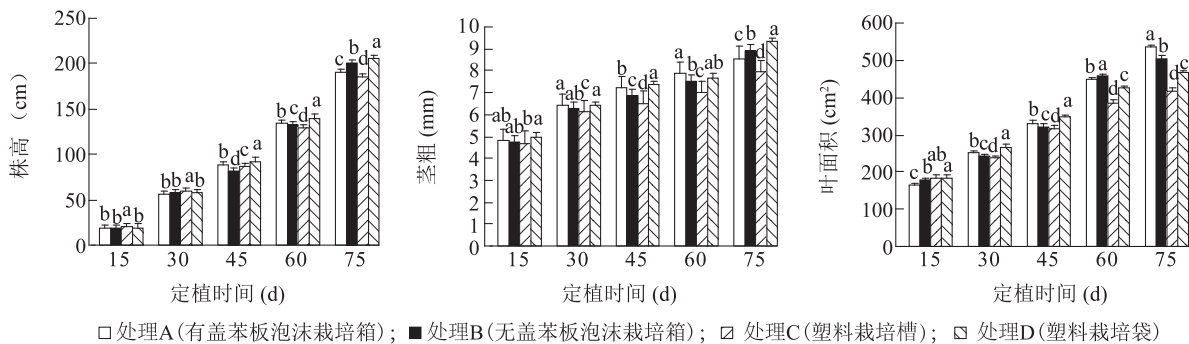


图1 不同容器对黄瓜株高、茎粗和叶面积的影响

Fig.1 Effect of different containers on plant length, stem diameter and leaf area of cucumber over time

2.2 容器对基质栽培春茬黄瓜地下部形态指标的影响

根系是植物养分吸收和运输的主要器官,是土壤养分的直接利用者和产量的直接贡献者^[7],作物产量与根系发育程度密切相关^[8]。由表2可知,处理D黄瓜的根表面积、平均直径和单株根体积极显著高于其他各处理,处理A的根长极显著高于其他3个处理。由此可见,容器对黄瓜根系生长指标有显著影响。

2.3 容器对基质栽培春茬黄瓜地上和地下部分生物量的影响

由表3可见,处理D的地上部鲜质量、地上部干质量和地下部干质量显著高于其他各处理;处理A的地下部鲜质量和地下部干质量极显著高于处理B和处理C,处理A的地下部鲜质量和处理D无显著差异;处理B的地上部鲜质量显著高于处理A和

处理C;根冠比的大小顺序是:处理D>处理A>处理C>处理B。

表2 容器对基质栽培春茬黄瓜根系参数的影响

Table 2 Root parameters of cucumber planted in different containers

处理	根长 (cm)	根表面积 (cm ²)	平均根粗 (mm)	单株根体积 (cm ³)
A	1 268.84aA	350.52cC	0.99cC	10.15bB
B	969.97bB	389.13bB	1.10bB	9.55cC
C	834.43cC	267.19dD	1.11bB	8.09dD
D	843.81cC	416.30aA	1.32aA	11.64aA

处理A为有盖苯板泡沫栽培箱;处理B为无盖苯板泡沫栽培箱;处理C为塑料栽培槽;处理D为塑料栽培袋。同一列数据后不同小写和大写字母分别表示差异达0.05和0.01显著水平。

2.4 容器对基质栽培春茬黄瓜根系活力的影响

根系活力是根系吸收水肥活跃程度的指标,反

映植物根系代谢能力强弱,直接影响植株的抗逆性^[9]。如图2所示,不同容器处理下黄瓜根系活力存在显著差异,处理D的根系活力最大,显著高于其他3个处理。

表3 容器处理对春茬黄瓜地上部、地下部生物量的影响

Table 3 Effect of containers on biomass of aerial part and under ground part

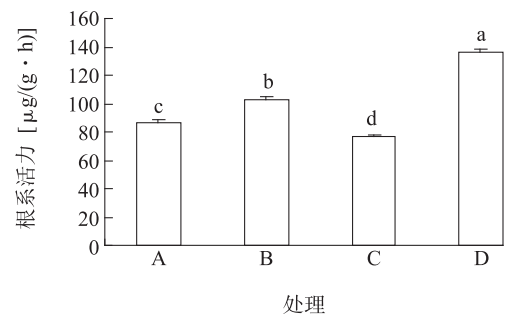
处理	地上部鲜质量(g)	地下部鲜质量(g)	地上部干质量(g)	地下部干质量(g)	根冠比
A	526.35cB	23.27aA	29.99cC	1.86bA	0.062aA
B	583.33bA	18.45bB	33.24bB	1.46cB	0.036cC
C	506.21cB	16.80cC	28.92dD	1.40cB	0.049bB
D	607.67aA	23.75aA	34.22aA	2.18aA	0.064aA

处理A为有盖苯板泡沫栽培箱;处理B为无盖苯板泡沫栽培箱;处理C为塑料栽培槽;处理D为塑料栽培袋。同一列数据后不同小写和大写字母分别表示差异达到0.05和0.01显著水平。

2.5 容器对基质栽培春茬黄瓜根际基质环境的影响

2.5.1 根际温度 由图3可以看出,在黄瓜的整个生育期内,空气温度变化幅度较大,基质内部温度变化较为平缓。处理A的基质温度在11:00-23:00时最低,处理B和处理C在7:00时出现最低温,分别为17.12℃、16.45℃,处理D基质温度在00:00-13:00时显著高于其他3个处理,最低温为18.38℃;处理C的温度变化幅度最大,04:00-10:00温度最低,在14:00-20:00时温度最高,18:00达到最高温21.7℃。

由图4可知,晴天时不同容器处理黄瓜根际基质温度在一天内的变化趋势相同,均呈现先下降后



处理A为有盖苯板泡沫栽培箱;处理B为无盖苯板泡沫栽培箱;处理C为塑料栽培槽;处理D为塑料栽培袋。不同小写字母表示处理间差异达到0.05显著水平。

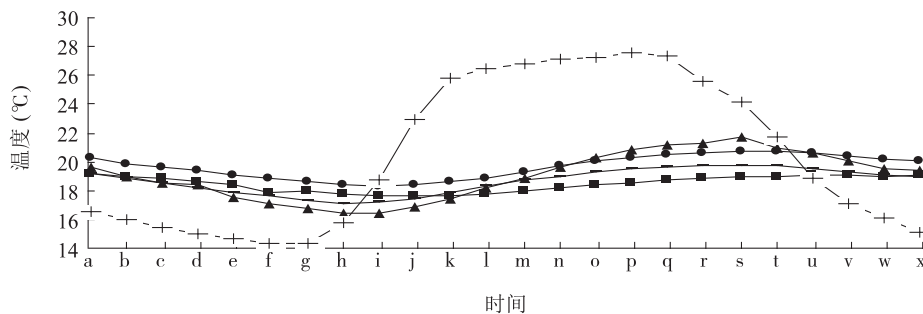
图2 不同容器处理对黄瓜根系活力的影响

Fig.2 Cucumber root vigor affected by containers

上升再下降的趋势。处理A、处理B在0:00-9:00温度变化没有显著差异,处理C在11:00-16:00时温度最高。2:00-10:00和17:00-23:00时处理D的温度最高,在15:00时出现最高温21.95℃。阴天时,各处理温度变化差异不大,处理D的温度最高,处理C的温度最低。

2.5.2 基质湿度 由表4可知,处理D内基质湿度最高,与其他各处理间存在显著差异,且湿度变化在适宜范围(55%~68%)内。9:00-13:00时基质湿度,处理D>处理C>处理A>处理B,处理C基质在17:00时湿度最低,说明处理C基质水分蒸发量大。

2.5.3 基质微生物活性 微生物是表示土壤肥力的指标之一,它参与各种物质循环的变化,有效分解土壤中营养成分,为植株提供养分。同时,微生物也调节着各类生物、化学和生理的动态平衡^[10]。从表



—■—处理A(有盖苯板泡沫栽培箱); —●—处理B(无盖苯板泡沫栽培箱); —▲—处理C(塑料栽培槽); —◆—处理D(塑料栽培袋); —+—空气

a:0:00;b:01:00;c:02:00;d:03:00;e:04:00;f:05:00;g:06:00;h:07:00;i:08:00;j:09:00;k:10:00;l:11:00;m:12:00;n:13:00;o:14:00;p:15:00;q:16:00;r:17:00;s:18:00;t:19:00;u:20:00;v:21:00;w:22:00;x:23:00。

图3 不同容器在1d内对黄瓜根际基质温度的影响

Fig.3 The rhizospheric substrate temperature of cucumber planted in different containers in one day

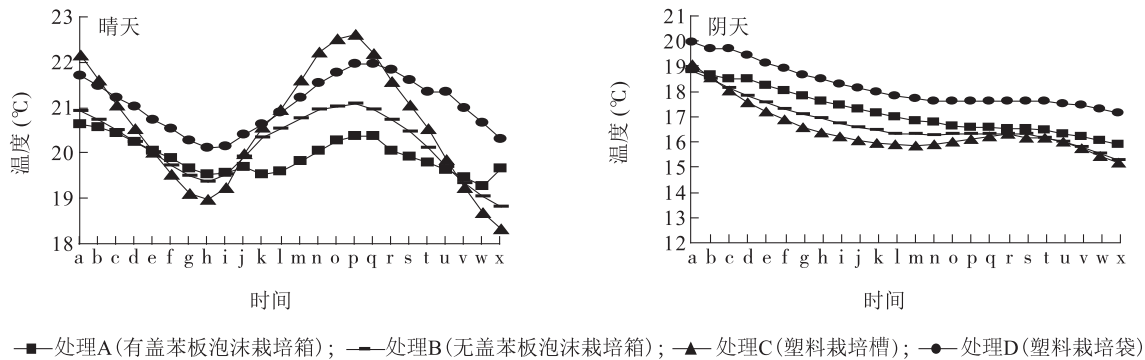


图4 不同容器在晴天(左)和阴天(右)对黄瓜根际基质温度的影响
Fig.4 Rhizospheric substrate temperature of cucumber planted in different containers in a sunny day (left) and a cloudy day (right)

表4 不同容器处理对基质湿度的影响

Table 4 Substrate humidity in different containers

处理	基质湿度(%)				
	09:00	11:00	13:00	15:00	17:00
A	65.37	61.20	58.21	54.02	53.69
B	64.91	60.26	55.83	53.50	50.22
C	65.53	64.80	59.98	50.91	49.24
D	69.61	69.19	66.57	59.33	56.74

处理A为有盖苯板泡沫栽培箱,处理B为无盖苯板泡沫栽培箱,处理C为塑料栽培槽,处理D为塑料栽培袋。

表5 不同容器对不同时期基质内微生物量的影响

Table 5 Effect of containers on microbial biomass over time

处理	1 g 基质中细菌量($\times 10^6$)					1 g 基质中真菌量($\times 10^5$)					1 g 基质中放线菌量($\times 10^5$)				
	03-06	03-27	04-27	05-27	06-27	03-06	03-27	04-27	05-27	06-27	03-06	03-27	04-27	05-27	06-27
A	18.65b	21.62d	21.87b	23.57b	17.01a	7.33b	8.05a	19.15c	23.33a	34.33b	1.07bc	1.67ab	2.00a	5.71c	15.67a
B	18.16b	23.86c	22.00b	24.30b	16.87a	8.67b	5.33b	20.13c	14.33b	27.85c	1.23bc	1.33b	2.33a	4.92c	4.67b
C	20.29a	25.68b	24.67a	18.27c	13.21b	5.36b	18.33a	25.67b	20.33ab	38.03a	2.27a	1.67ab	2.67a	8.00a	14.00a
D	19.21b	26.73a	25.53a	30.03a	14.35b	9.80a	17.00a	17.15b	17.33ab	37.53a	1.00c	1.00b	3.00a	9.67ab	8.33b

处理A为有盖苯板泡沫栽培箱,处理B为无盖苯板泡沫栽培箱,处理C为塑料栽培槽,处理D为塑料栽培袋。同一列数据后不同小写字母表示差异达到0.05显著水平。

2.6 容器对基质栽培春茬黄瓜果实性状及产量的影响

从表6可以看出,单株结瓜数,处理D>处理B>处理A>处理C;各处理的平均单瓜质量差异不显著;处理D瓜长显著高于其他处理;各处理间黄瓜果实横径差异不显著。处理D的总产量、平均单株产量都极显著高于其他3个处理。

由表7可见,不同容器处理黄瓜果实在可溶性固形物、可溶性糖和可溶性蛋白方面存在显著差异,

5可以看出,不同容器处理基质内微生物含量呈现先增多后平稳再下降的趋势;不同时期基质内微生物含量随生育期延长而增多。5月27日处理A与处理B间细菌含量没有显著差异,处理D的细菌含量最多,处理C的细菌含量最低;放线菌含量处理B的最低,且与处理C和处理D间存在显著差异。真菌数目,处理A>处理C>处理D>处理B,其中处理A的真菌数目与处理B间存在显著性差异;处理B的放线菌数目最少,且与处理C和处理D差异显著。

其中,处理C的黄瓜可溶性糖含量最高,显著高于其他3个处理;处理D黄瓜可溶性固形物含量最高,显著高于其他处理;不同容器处理下黄瓜的维生素和有机酸含量不同但各处理间无显著性差异。

2.7 不同容器的栽培成本比较

试验使用栽培基质每袋0.05 m³,单价为15元。有盖苯板泡沫栽培箱和无盖苯板泡沫栽培箱(处理A和处理B使用)单价8元,每箱可装0.033 m³基质,成本为17.9元;无盖塑料栽培槽(处理C使

表 6 不同容器对黄瓜果实性状和产量的影响

Table 6 Effect of containers on fruit properties and yield of cucumber

处理	单株结瓜数 (个)	平均单瓜质量 (g)	瓜长 (cm)	横径 (mm)	平均单株产量 (kg)	总产量 (kg/hm ²)
A	15.04	123aA	26.08bA	28.16aA	1.85bAB	76 800.89bB
B	15.69	122aA	25.32bAB	28.34aA	1.90bB	77 412.74bB
C	13.96	119aA	23.86bB	27.82aA	1.66cB	69 301.35cC
D	16.77	128aA	28.56aA	28.65aA	2.13aA	88 883.36aA

处理 A 为有盖苯板泡沫栽培箱;处理 B 为无盖苯板泡沫栽培箱;处理 C 为塑料栽培槽;处理 D 为塑料栽培袋。同一列数据后不同小写和大写字母分别表示差异达到 0.05 和 0.01 显著水平。

表 7 不同容器对黄瓜品质的影响

Table 7 Effect of containers on the fruit quality of cucumber

处理	可溶性固形物含量 (%)	可溶性糖含量 (%)	可溶性蛋白含量 (%)	有机酸含量 (%)	维生素 C 含量 (mg/kg)
A	3.75bA	0.095bA	1.65bA	0.39aA	36.71aA
B	3.72bA	0.094bA	1.32cB	0.32aA	35.32aA
C	3.67bB	0.153aA	1.95aA	0.42aA	36.05aA
D	3.93aA	0.096bA	1.86aA	0.27aA	32.67aA

处理 A 为有盖苯板泡沫栽培箱;处理 B 为无盖苯板泡沫栽培箱;处理 C 为塑料栽培槽;处理 D 为塑料栽培袋。同一列数据后不同小写和大写字母分别表示差异达 0.05 和 0.01 显著水平。

用)单价 25 元,每槽装 0.028 m³ 基质,成本为 33.4 元;塑料栽培袋(处理 D 使用)单价 10 元,每袋装 0.030 m³ 基质,成本为 19 元。有盖苯板泡沫栽培箱和无盖苯板泡沫栽培箱的使用期限为 3~4 年,无盖塑料栽培槽和塑料栽培袋的使用期限为 1~2 年。由此可见,使用有盖苯板泡沫栽培箱和无盖苯板泡沫栽培箱的成本最低,但在春季栽培中产量明显低于塑料栽培袋。

3 讨论

试验结果表明,使用塑料栽培袋栽培的黄瓜在生长中后期株高、茎粗方面高于其他 3 个处理,且使用塑料栽培袋栽培的黄瓜根表面积、平均直径和单株根体积也显著高于其他各处理。

温度对植物干物质的积累和分配模式有明显的影响,进而影响植物的生长和形态特征^[11],低的根区温度使番茄幼苗的光合速率、根系活力降低^[12]。此外,适宜的水分条件有利于植物根系的生长和侧根的发生,对植株地上部生长发育起促进作用。本试验的结果表明,在春茬黄瓜种植中,塑料栽培袋根际温度较高,湿度条件适宜,有利于根际微生物的繁殖,从而促进了黄瓜地上、地下部生长,进而提高了黄瓜产量。但本次试验只针对春茬黄瓜进行了研究,对不同容器在其他茬口对黄瓜栽培效果的影响

并未涉及。另外,塑料栽培袋在春茬种植中提高了黄瓜产量,但由于其栽培成本也最高,从产瓜效益角度来看,对栽培容器的选择还有待进一步探讨。

参考文献:

- [1] 谢小玉,邹志荣,江雪飞,等.中国蔬菜无土栽培基质研究进展[J].中国农学通报,2005,21(6):280-283.
- [2] 刘慧超,庞荣丽,辛保平,等.蔬菜无土栽培研究进展[J].现代农业科技,2009,34(1):34-37.
- [3] 裴孝伯,李世成,张福漫,等.温室黄瓜叶面积计算及其与株高的相关性研究[J].农业基础科学,2005,21(8):80-82.
- [4] 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,1999.
- [5] 邹琦.植物生理学实验指导[M].北京:农业出版社,2007.
- [6] 高俊凤.植物生理学实验技术[M].北京:高等教育出版社,2000.
- [7] LYNCH J P. Root architecture and plant productivity [J]. Plant Physiology, 1995, 109(1): 7-13.
- [8] 王晨阳,马元喜.不同土壤水分下小麦生态生理效应的研究[J].华北农学报,1992,7(4):1-8.
- [9] 张润花,郭世荣,李娟.盐胁迫对根系活力、叶绿素含量的影响[J].长江蔬菜,2006(2):47-49.
- [10] 俞慎,李振高.熏蒸提取法测定土壤微生物研究进展[J].土壤学进展,1994,22(6):42-50.
- [11] 赵庚义,孟淑娥,车立华.蔬菜电热温床育苗[J].辽宁农业科学,1995(1):42-45.
- [12] 程智慧,陆帼一.番茄电热线育苗苗龄研究[J].中国蔬菜,1989(2):12-15.

(责任编辑:陈海霞)