

无土基质栽培方式对设施黄瓜植株长势、产量及水分生产效率的影响

张玉玲, 蒙冠霖, 虞娜, 范庆锋, 邹洪涛, 张玉龙

(沈阳农业大学 土地与环境学院, 农业部东北耕地保育重点实验室, 辽宁 沈阳 110866)

摘要:以黄瓜为试材,采用设施栽培小区试验方法,研究了不同无土基质栽培方式对黄瓜植株长势、产量及水分生产效率的影响。结果表明:与低基质床-非打孔处理相比,高基质床-非打孔、高基质床-打孔和高基质床-侧坑3个处理均可以显著提高黄瓜植株长势、产量和水分生产效率,但以高基质床-打孔处理提高幅度最大,其黄瓜产量和水分生产效率的提高幅度均为10.32%。因此,炉渣(3~5 cm块状):草碳:农家肥:生物有机肥的质量比约为10:6:2:1,基质床高约为20 cm,底铺塑料膜打孔1~2 cm,可以很好地协调无土基质栽培的水、肥、气、热的环境条件,有利于黄瓜生长发育。

关键词:无土基质栽培;黄瓜;植株长势;产量;水分生产效率

中图分类号:S 604⁺.7;S 642.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)12-0043-04

基质栽培是利用有机、无机或有机-无机物合理混配固定植物根系,并通过基质吸收水分和养分的一种无土栽培方式。无土基质栽培,可以有效克服土壤盐渍化、土传病虫害等连作障碍问题,并可减少农药用量,有效提高单位面积产量和产品品质^[1-5],以其独特的优势被广泛应用^[6-8]。在无土基质栽培中,关于基质材料及其配比对作物生长影响的研究较多。雷喜红等^[6]研究发现不同栽培基质对番茄产量和品质均有显著影响,但对叶片叶绿素含量无明显影响。刘振国等^[9]研究认为珍珠岩:蛭石=2:1的混合基质具有良好的通气性,孔隙也较大,利于番茄根系的生长,提高了根系吸收养分的能力,有利于番茄后期高产。王爱华等^[10]研究表明玉米秸秆、蛭石、珍珠岩以体积比为1:1:1混合时是一个理想的基质条件,能满足黄瓜根系对水、气和肥的要求,有利于黄瓜生长发育。目前生产中所选用的基质多为草炭、蛭石、珍珠岩、炉渣等材料,其配方多以草炭为主,由于草炭资源有限和价格较贵,生产者试图减少基质用量

来降低生产成本,随着基质用量的减少,基质床高度及其养分数量等也将随之发生变化,这是否会对作物生长状况及产量造成一定的影响有待于进一步研究和探讨。现研究了不同基质栽培方式对设施黄瓜长势、产量及水分生产效率的影响,以期在无土基质栽培在设施生产中应用提供科学的指导作用。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试黄瓜品种为“中和M12”。

试验基质材料:低基质床床高10 cm;炉渣(粉末状)、草碳、农家肥(干),其质量比为6:4:1;高基质床床高20 cm;在低基质床的基础上,补加炉渣(3~5 cm块状)、草碳、农家肥(干)、生物有机肥,补加基质与原基质充分混合后,炉渣:草碳:农家肥:生物有机肥的质量比约为10:6:2:1。直径为3 cm左右砂砾(蛭石、珍珠岩)、0.1 cm厚碳质黑色塑料薄膜和洁净尼龙丝袋备用。

1.2 试验方法

1.2.1 试验设计 试验于2010年10月20日至2011年3月20日在辽宁省朝阳市喀左县一农户大棚内实施。在第1年低基质床栽培的基础上进行,设A(高基质床-底铺塑料膜非打孔区)、B(高基质床-底铺塑料膜打孔区,孔直径2~3 cm)、C(高基质床-底铺塑料膜非打孔区-侧坑区,侧坑是指在基质床末端设置一小坑,坑深距地面15~20 cm)3个处理;以低基质床-底铺塑料膜非打孔区

第一作者简介:张玉玲(1972-),女,内蒙古通辽人,博士,副教授,现主要从事土壤肥力及土壤改良与农业节水等研究工作。E-mail: yuling_zhang@163.com.

责任作者:张玉龙(1954-),男,辽宁建平人,博士,教授,现主要从事土壤改良与农业节水等研究工作。E-mail: ylzau@163.com.

基金项目:沈阳市农业科技攻关资助项目(F11-117-3-00;1091108-3-02);辽宁省设施蔬菜创新团队资助项目。

收稿日期:2015-03-18

为对照(CK),为当地无土基质栽培方式。试验设计中底铺塑料膜打孔和侧坑的目的是排出基质床内多余水分,调节基质内水分状况。低基质床规格:长 \times 宽 \times 高=7.0 m \times 0.4 m \times 0.10 m;高基质床规格:长 \times 宽 \times 高=7.0 m \times 0.4 m \times 0.20 m。在基质床中间栽培黄瓜,间距为17 cm/株,42株/床。每处理均为3个基质床,共126株;每个处理2次重复。每667 m²可制作80个基质床。

1.2.2 基质填床 1)棚内土壤整地作平。2)栽培槽制作。栽培槽框架使用红砖作材料,内径为40 cm,低基质床高10 cm,高基质床高20 cm,2槽间距(内径间距)80 cm。3)铺设塑料薄膜。隔离土壤的塑料薄膜厚0.1 cm(两侧塑料薄膜压在第1块砖和第2块砖缝处)。该试验中隔离土壤的塑料膜铺设时设打孔(按种植作物移栽的株距打孔,孔直径约1~2 cm左右)和非打孔2种类型。4)膜上填铺砂砾层(蛭石、珍珠岩)。为保持基质槽内良好的通气渗水能力,塑料薄膜上填铺3~5 cm厚砂砾层(蛭石、珍珠岩)。5)铺设洁净的尼龙丝袋。为了防止基质混入其下的砂砾层,需在砂砾层上平铺2层洁净的尼龙丝袋。6)填充基质。按上述步骤准备完毕后,向槽内填充配比好的基质(肥料已添加),填充高度与槽保持一致,即填充高度为20 cm,填充松紧度应适宜(边填充时边压实),一般填充基质的容重应控制在0.60~0.65 g/cm³为宜。7)基质浇水,封闭消毒。基质填充好后浇透水,并用塑料进行封闭,以消灭病菌等。

1.2.3 水肥管理 灌溉采用滴灌系统,滴灌带为双孔(两边各30出水点),相同处双孔总流量为0.092 kg/min,黄瓜移栽定植时(2011年10月20日)每基质床灌水40 min,灌水至基质持水量达70%~80%;开花至见5 cm长黄瓜期间(2011年10月28日至11月10日)灌水2次,每基质床单次灌水30 min;黄瓜开始采收至采收结束期间(2011年11月19日至2012年3月20日),10 d左右灌1次水,每基质床单次灌水20 min,灌水12次。在黄瓜整个生长期,每基质床灌溉定额为0.94 m³,每667 m²可制作80个基质床,每667 m²灌溉定额为75 m³。黄瓜从移栽至采收结束的整个生育期为2011年10月20日至2012年3月20日。黄瓜生长期间肥料随水施入,施用的肥料主要为氮磷钾复合肥,根据作物生长状况调节肥料中氮磷钾比例。试验中低基质床处理施肥共计12次,每基质床施用复合肥总量为4.04 kg,而高基质床处理施肥共计13次,每基质床施用复合肥总量为4.38 kg,其它肥料各处理均相同。

1.3 项目测定

1.3.1 叶片长度 2012年2月19日在对高基质床处理进行疏叶之前,每基质床选代表性5株,每1株在相同节数的叶片测量叶片长度,每处理共测量15个叶片长

度,其平均值即为该处理黄瓜叶片长度。

1.3.2 植株节数 在黄瓜生长接近结束时,于2012年3月11日调查各处理黄瓜生长节数,每基质床选代表性5株,每处理共调查15株,其平均值即为各处理黄瓜生长节数。

1.3.3 实测产量 在黄瓜盛产期,分别于2012年1月25日、1月27日、2月6日、2月17日和3月9日测定各处理产量。每次测产时,先从有黄瓜的节开始向上3节为测产的位置(认为1次可采摘的黄瓜数量);再从每基质床选取代表性的5株,每个处理总计15株;然后调查每株3节位置处黄瓜的个数(认为1次可采摘的黄瓜数量),并在每株上分别采摘1个黄瓜,15个黄瓜称重并计算单个黄瓜的重量。各处理产量(kg/处理)=平均单重(kg/个) \times 平均单株采摘数量(个/株) \times 126株。

1.3.4 估算产量 将5次调查的各床采摘的黄瓜产量平均值作为黄瓜每次每床采摘的产量。黄瓜在整个生长期,共采摘30次,其中黄瓜在初果期,平均6 d采摘1次,共采摘7次;黄瓜在盛果期,平均3 d采摘1次,共采摘19次;黄瓜在接近结束期,平均10 d采摘1次,共采摘4次。根据黄瓜每次每床采摘的产量、黄瓜整个生长期采摘的次数及每667 m²基质床的数量,可进行黄瓜产量的估算,即黄瓜总产量(kg/667 m²)=每次每床采摘产量(kg \cdot 床⁻¹ \cdot 次⁻¹) \times 采摘次数(次) \times 每667 m²基质床数量(床/667 m²)。

1.4 数据分析

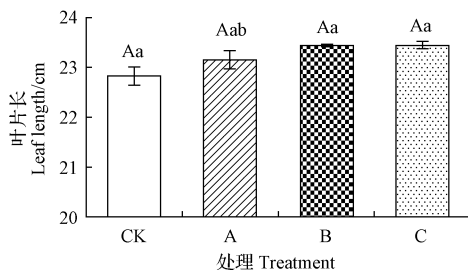
采用Excel 2007和DPS 7.5软件进行数据处理,采用LSD法进行多重比较。所有数据均为2次重复的平均值。

2 结果与分析

2.1 不同处理黄瓜植株长势的比较

2.1.1 叶片长度 2011年12月9日,对各处理植株高度进行了调查,结果表明,3个高基质床处理的黄瓜植株高度平均比低基质床处理高3~5 cm;在黄瓜盛产期,高基质床处理黄瓜叶片长势、密度及叶片大小明显好于低基质床处理,通风透光性减弱,为了保证产量,于2012年2月19日对高基质床处理进行疏叶,叶片隔叶打,每株打5片,低基质床处理不进行疏叶。从图1可以看出,与低基质床-非打孔处理相比,3个高基质床处理叶片长度均有不同程度的增加,其中,高基质床-非打孔处理增加幅度为1.46%,与低基质床-非打孔处理之间叶片长度的差异未达5%显著水平,而高基质床-打孔和高基质床-侧坑处理的增加幅度几乎相同,均约为2.69%,与低基质床-非打孔处理之间叶片长度差异均达5%显著水平。由此可见,高基质床处理可明显增加叶片的长势,可以促进光合作用,尤其以高基质床-打孔和高基质床-侧坑处理最为明显,这也说明在高基质床的基础上,采用相应

的调控基质内水分条件,对黄瓜生长具有一定的促进作用。



注:不同小写、大写字母代表不同处理间差异达 5%、1% 显著水平。下同。

Note: Different lowercase and uppercase letters show significant at 5%, 1% levels. The same below.

图 1 不同处理黄瓜叶片的测定结果

Fig. 1 The results of cucumber leaves with different treatments

2.1.2 植株节数 从图 2 可以看出,3 个高基质床处理黄瓜植株节数明显多于低基质床处理,且与低基质床处理之间差异均达 1% 显著水平,而 3 个高基质床处理之间差异均未达 5% 显著水平。与低基质床-非打孔处理相比,高基质床-非打孔、高基质床-打孔和高基质床-侧坑处理增加节数的幅度分别为 9.74%、10.67% 和 9.55%,以高基质床-打孔处理增加幅度最大。

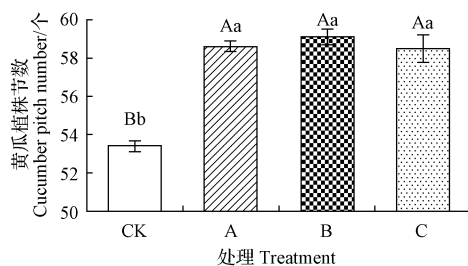


图 2 不同处理黄瓜植株节数的测定结果

Fig. 2 The results of cucumber pitch number with different treatments

2.2 不同处理黄瓜产量的比较

2.2.1 不同处理实测产量的比较 从图 3 不同时期各处理产量的测定结果可以看出,各处理产量均呈“S”型曲线增加趋势。在相同测定时期,与低基质床处理相比,3 个高基质床处理的产量均有不同程度的增加,其中,在 2012 年 1 月 25 日和 2 月 17 日,3 个高基质床处理与低基质床处理之间产量均达 1% 差异显著水平;在 2012 年 1 月 27 日和 2 月 6 日,3 个高基质床处理与低基质床处理之间产量均未达 5% 差异显著水平;在 2012 年 3 月 9 日,高基质床-非打孔和低基质床-非打孔处理之间产量未达 5% 差异显著水平,而高基质床-打孔与低基质

床-非打孔处理之间产量达 1% 差异显著水平,高基质床-侧坑与低基质床-排打孔处理之间产量达 5% 差异显著水平。在 5 个测定时期,3 个高基质床处理之间产量均未达 5% 差异显著水平,但 3 个高基质床处理之间则以高基质床-打孔处理增产最为明显。该结果显示,黄瓜基质栽培中,基质配比及基质床高度是影响黄瓜产量最为关键的因素,在保证基质合理配比及基质床高度的基础上,进行合理的基质水分调控对提高黄瓜产量有一定促进作用。

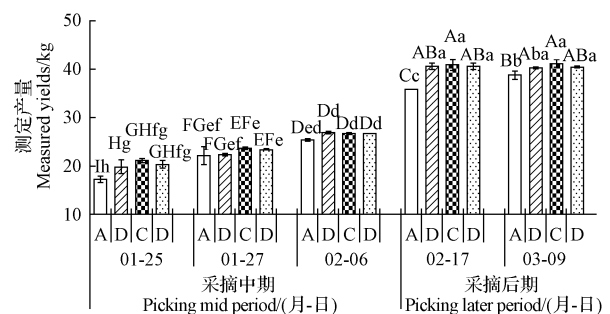


图 3 不同时间各处理黄瓜测定的产量

Fig. 3 The cucumber yields of different periods with different treatments

2.2.2 不同处理估算的总产量比较 由图 4 各处理黄瓜估算的总产量结果可以看出,低基质床栽培黄瓜产量可达 22 254.4 kg/667m²,而 3 个高基质床栽培的黄瓜产量为 23 931.0~24 551.9 kg/667m²,与低基质床栽培相比,提高黄瓜产量的幅度为 7.53%~10.32%,以高基质床-打孔处理提高幅度最大,以高基质床-非打孔处理提高幅度最小,且 3 个高基质床处理与低基质床处理之间产量均达 1% 差异显著水平,而 3 个高基质床处理之间产量则未达 5% 差异显著水平。

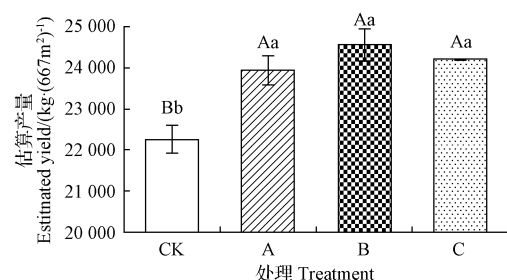


图 4 不同处理黄瓜估算的产量

Fig. 4 The estimated cucumber yield with different treatments

2.3 不同处理黄瓜的水分生产效率比较

在黄瓜整个生长期,各处理灌水的总量相同,即均为 75 m³/667m²,因此,各处理可根据黄瓜估算产量及灌水总量推算各处理黄瓜的水分生产效率。从图 5 可以看出,低基质床-非打孔处理为 296.72 kg/m³,高基质床-非打孔、

高基质床-打孔和高基质床-侧坑处理分别为 319.08、327.39、322.59 kg/m³,均显著高于低基质床-非打孔处理,其提高幅度分别为 7.53%、10.32%和 8.72%,以高基质床-打孔处理提高幅度最大。另外,3 个高基质床处理之间水分生产效率差异不显著,但与低基质床-非打孔处理之间均达 1%差异显著水平。

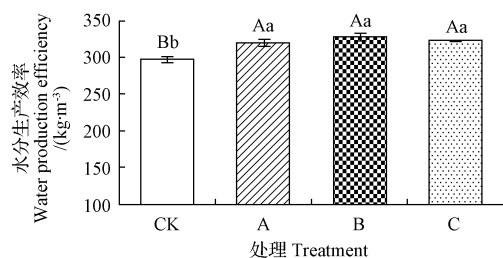


图 5 不同处理黄瓜水分生产效率

Fig. 5 The cucumber water production efficiency with different treatments

3 结论

该试验结果表明,与低基质床-非打孔处理相比,高基质床-非打孔、高基质床-打孔和高基质床-侧坑 3 个处理显著提高了黄瓜植株长势、产量和水分生产效率,但以高基质床-打孔处理提高最为明显,说明高基质床-打

孔处理从基质配比、基质床高度以及水分调节措施方面能很好地协调无土基质栽培的水、肥、气、热的环境条件,有利于黄瓜生长发育。

参考文献

- [1] 段崇香,于贤昌.有机基质栽培黄瓜化肥施用技术的研究[J].植物营养与肥料学报,2003,9(2):238-241.
- [2] 段崇香,于贤昌.日光温室黄瓜有机基质型无土栽培基质配方的研究[J].农业工程学报,2002(增刊):193-196.
- [3] 蒋卫杰,郑光华,汪浩,等.有机生态型无土栽培技术及其营养生理基础[J].园艺学报,1996,23(2):139-144.
- [4] 白纲义.有机生态型无土栽培营养特点及其生态意义[J].中国蔬菜,2000(增刊):40-45.
- [5] 肖艳辉,何金明,陈明威.不同栽培基质对番茄植株长势、果实品质及产量的影响[J].北方园艺,2011(4):9-11.
- [6] 雷喜红,李新旭,徐进,等.不同栽培基质对番茄植物长势、果实品质及产量的影响[J].蔬菜,2014(4):15-18.
- [7] 李式军,郭世荣,王秀峰,等.设施园艺学[M].北京:中国农业出版社,2002.
- [8] 郭世荣.固体栽培基质研究开发现状及发展趋势[J].农业工程学报,2005,21(12):1-4.
- [9] 刘振国,卢钦灿,刘惠超,等.不同配比基质对黄瓜生长发育的影响[J].长江蔬菜,2009(6):42-46.
- [10] 王爱华,曹帆.不同基质配比对番茄幼苗生长的影响[J].现代农业科技,2005(5):95,97.

Effect of Soilless Substrate Culture Patterns on the Growth, Yield and Water Production Efficiency of Cucumber in Greenhouse

ZHANG Yu-ling, MENG Guan-lin, YU Na, FAN Qing-feng, ZOU Hong-tao, ZHANG Yu-long

(College of Land and Environmental Science, Shenyang Agricultural University, Key Laboratory of Northeast Arable Land Conservation, Ministry of Agriculture, Shenyang, Liaoning 110866)

Abstract: Taking cucumber as material, effect of different soilless substrate culture patterns on the cucumber growth, fruit yield and water production efficiency were studied by carrying out plot experiment in greenhouse. The results showed that three treatments (high substrate bed combined with non-perforation treatment, high substrate bed combined with perforation treatment, high substrate bed combined with side pit treatment) could significantly increase the plant growth, yields and water production efficiency of cucumbers compared with low stroma bed combined with non-perforation treatment. The increasing range of high substrate bed combined with perforation treatment was the highest, the increasing range of cucumber yield and water production efficiency were all up to 10.32%. Therefore, the best one was high substrate bed combined with perforation treatment. It included mixed slag (bulks in a width of 3—5 cm), peat, manure and bio-organic fertilizer in a weight ratio of 10 : 6 : 2 : 1, covering a 1—2 cm wide plastic film with the bottom perforations, and 20 cm substrate bed. It could coordinate the water, fertility, air and heat environment of the soilless culture well and was beneficial to the cucumber growth and development.

Keywords: soilless substrate culture; cucumber; plant growth; yield; water production efficiency