

低段密植基质袋培对设施番茄产量及品质的影响

任顺荣, 邵玉翠, 杨 军

(天津市农业资源与环境研究所, 天津 300192)

摘 要:为了使复垦、盐碱地及新建的设施得到快速利用,以基质袋和“GBS-傲兰六号”番茄为试材,研究了设施番茄在低段密植基质袋培不同模式下生物性状、产量及品质的变化,以期筛选出适宜天津地区的番茄高产优质低段密植基质袋培模式。结果表明:袋培番茄增加密度50%保留2段果穗(G1)、增加密度30%保留3段果穗(G3)处理与基质常规栽培和土壤常规栽培相比,番茄株高平均增加4.63%~27.37%;茎粗增加4.65%~20.64%;叶绿素含量增加10.10%~22.79%;番茄单果重增加11.32%~17.12%;产量提高29.09%~56.99%;可溶性总糖含量增加13.54%~16.91%,可滴定酸含量增加7.05%~7.51%,维生素C含量增加12.42%~21.28%;硝酸盐含量降低7.14%~17.10%。

关键词:袋培番茄;低段密植;生物性状;产量;品质

中图分类号:S 641.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)03-0055-05

无土栽培技术在农业生产中的应用越来越广泛^[1],尤其是近年来发展速度非常迅猛,内涵越来越丰富,技术含量也越来越高,已成为现代农业重要标志之一^[2]。目前我国大型设施已占设施栽培面积的59%,节能日光温室面积已达20万hm²,人均设施蔬菜占有量达59kg,人均蔬菜占有量达276kg,均居世界前列^[3]。番茄作为茄果类蔬菜作物,以其丰富的营养价值深受消费者欢迎,在我国逐步形成消费量大、周年需求的大市场^[4]。

第一作者简介:任顺荣(1955-),男,江苏宜兴人,博士,研究员,现主要从事设施无土栽培及废弃物资源化处理等研究工作。
E-mail:renshunrong@sohu.com.

基金项目:天津市科技支撑重点资助项目(10ZGYNCO1200)。

收稿日期:2012-10-17

为了使复垦、盐碱地及新建的设施得到快速利用,该试验在天津市科技支撑重点项目和天津市农业科技成果转化项目资助下,研究了设施番茄低段密植基质袋培对番茄产量及品质的影响。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1.1.1 基质材料 以草炭、珍珠岩、蛭石和农业有机废弃物为主,再添加一定量的辅助材料按比例混合成有机、无机混合型基质。基质的容重0.46g/cm³,密度2.172g/cm³,饱和含水量139.41%,总孔隙度78.94%,毛管孔隙62.67%,通气孔隙16.27%;基质EC值2.5mS/cm,pH7.25,基质全氮1.073%,全磷0.783%,全钾1.384%,有机质23.60%。

Mechanical Analysis of the Steel-Frame Wall of Solar Greenhouse

SONG Dan¹, WANG Hong-li¹, LI Kai², MA Jiang-wei¹, XU Hong-jun¹

(1. College of Horticulture, Northwest Agricultural and Forestry University, Yangling, Shaanxi 712100; 2. College of Water Resources and Architectural Engineering, Northwest Agricultural and Forestry University, Yangling, Shaanxi 712100)

Abstract: As the main load-bearing member of solar greenhouse, wall is critical to the structural safe and stability of the greenhouse. The Steel-frame wall was put forward in the paper. The mechanical performance of the Steel-frame wall were studied and the structural performance of different specifications beams and columns with rectangular steel pipe were analyzed. The results showed that the new walls with the 80 mm × 120 mm × 3.0 mm rectangular steel pipe as beams and the 150 mm × 150 mm × 5.0 mm rectangular steel pipe as columns were able to guarantee the stability of the wall structure in the lowest price level.

Key words: solar greenhouse; steel-frame wall; structural performance

1.1.2 供试番茄品种 “GBS-傲兰六号”,大连天地种子有限公司提供。该品种为极早熟无限型,6~7片叶着生第1花序,全生育期110 d,坐果能力强,采收期集中,多以鲜食和烹饪为主。

1.1.3 供试栽培袋 材料为无纺布,栽培袋规格自行设计,一般长45 cm、宽40 cm单株栽培,每袋基质量10~12 L左右。

1.2 试验方法

试验于2011年2~12月在天津市东丽区华明镇宅基地复垦农业设施园区进行。

1.2.1 试验设计 设置6个处理,3次重复。试验小畦面积为0.8 m×5.8 m,畦埂0.6 m,其中以每个小畦为1个试验小区,每个小畦种植2行。以常规基质袋培(不增加密度保留4个果穗)为对照1(CK1)即:小区株数为13株×2行,株距45 cm,常规土壤栽培为对照2(CK2),即:小区株数13株×2行,株距45 cm。处理1:在对照基础上保留2个果穗增加种植密度50%(G1),即:小区株数19株×2行,株距30 cm;处理2:保留2个果穗增加密度30%(G2),即:小区株数17株×2行,株距35 cm;处理3:保留3个果穗增加密度30%(G3),即:小区株数17株×2行,株距35 cm;处理4:保留3个果穗增加密度15%(G4),即:小区株数15株×2行,株距40 cm;各处理小区随机排列,整个温室采用园艺布与地面隔离,每个小区之间做成土埂宽0.6 m,高0.1 m,小区与土埂之间呈凹形槽,在凹形槽内摆设栽培袋,栽培袋竖立摆放在凹形槽内,双行,每个栽培袋之间距离根据各处理所要求的密度而定。凹形槽设计是为了防止从栽培袋渗出的水或营养液流失,利用基质的吸水特性将渗出的水和营养液重新吸收和利用,同时也保持栽培袋底部的一定湿度以利于根的生长。浇水和施肥配有滴灌设备,将每个滴灌支管的水孔对准每个栽培袋上面的每株番茄的根部,肥、水供给基本做到了定株、定时、定量管理。

1.2.2 栽培管理 水肥管理:在番茄幼苗期每天给水时间25 min,每株约为300~350 mL,随植株的生长给水时间逐渐延长,在番茄盛花-果实膨大期,每天给水时间为45 min,每株约为550~600 mL,结果盛期气温较高叶片蒸腾量大,每天需给水2次上下午各1次,时间30~35 min,每株每天供水约为800~900 mL。施肥方法:营养液随水滴灌到每株番茄的根部,供肥时间:在番茄苗期每隔5~6 d施用1次,开花期至盛果期每隔3~4 d施用1次,果实成熟期每隔4~5 d施用1次。在整个栽培过程中注意通风温室湿度控制在65%~80%。营养液中营养元素主要由N、P、K大量元素和Ca、Mg、S中量元素组成,营养液配方采用日本山崎配方。

1.3 项目测定

1.3.1 番茄品质测定 番茄成熟后采摘不同处理的相

同节位的果实进行品质测定,可溶性总糖含量用费林试剂热滴定法测定;可滴定酸及维生素C含量采用2,6-二氯酚酚测定法测定;粗蛋白含量用凯氏定氮法测定;硝酸盐含量采用紫外分光光度计法测定。

1.3.2 生物性状测定 每个处理选定9株代表性强、生长均匀一致的植株做好标记,在番茄不同生长时期进行株高、茎粗调查及叶绿素测定。株高测量:钢卷尺,茎粗测定:数显游标卡尺,叶绿素测定:便携式CCM-200叶绿素仪。

1.4 数据分析

采用Microsoft Excel 2003和SPSS 13.0统计软件进行数据分析。

2 结果与分析

2.1 种植密度及留果方式对袋培番茄株高及茎粗的影响

株高和茎粗能直观反映番茄植株生长是否健壮,营养生长是生殖生长的前提和基础^[6],可反映植株的适应性和生长潜力^[6],决定了植株生长的可持续性^[7]。由表1可以看出,种植密度及留果方式对不同生长期的番茄株高和茎粗均有一定影响。采用低段密植袋培番茄株高和茎粗与基质常规栽培(CK1)和土壤常规栽培(CK2)均达到了显著性差异。从不同时期番茄株高调查结果看,保留2个果穗增加密度50%及增加密度30%的处理株高表现最高;保留3个果穗增加密度30%和增加密度15%的处理次之;基质常规栽培(CK1)和土壤常规栽培(CK2)株高最低。保留2个果穗增加密度50%(G1)比CK1和CK2平均株高提高13.74%和13.16%,茎粗平均增加6.40%和8.65%;保留2个果穗增加密度30%(G2)株高分别提高14.06%和13.47%,茎粗增加4.23%和6.44%;保留3个果穗增加密度30%(G3)株高分别提高9.87%和9.32%,茎粗增加5.08%和7.27%。由此可见,低段密植袋培技术是增加番茄株高和茎粗保持植株健壮的有效栽培方法。

2.2 种植密度及留果方式对袋培番茄叶绿素含量影响

叶绿素是叶片光合作用的物质基础,其含量高低在很大程度上反映了植株的生长状况和叶片的光合能力,而且叶绿素含量与叶片光合速率密切相关^[8]。由表2可以看出,番茄不同生长期叶绿素含量变化随植株生长逐渐增加,苗期各处理间叶绿素变化虽然没有达到显著性差异,但它们之间仍存在一定差异,采取番茄低段密植袋培技术的各处理叶绿素含量均高于CK1和CK2。开花至坐果期G1和G2处理与CK1和CK2之间达到了极显著差异水平,特别在坐果以后各处理间叶绿素含量差异更为明显,G1和G2处理与CK1相比叶绿素含量增加23.39%~27.21%,与CK2相比增加21.31%~25.07%。由此表明,番茄采取低段留果能够缩短养分运输距离为叶绿素合成提供充足的营养物质。

表 1 不同密度及留果方式对基质袋培番茄株高和茎粗的影响

Table 1 Effect of different planting density and fruit density on plant height and stem diameter of facility tomato

处理	株高/cm			茎粗/mm		
	3. 31 苗期	4. 19 盛花期	4. 27 坐果期	3. 31 苗期	4. 19 盛花期	4. 27 坐果期
G1	45. 67±2. 31a A	84. 33±2. 52a A	105. 00±4. 35ab AB	7. 34±0. 62a A	13. 23±0. 27a A	14. 85±0. 47a A
G2	44. 00±1. 00a A	85. 33±3. 22a A	106. 33±4. 04a A	6. 81±0. 15ab AB	13. 32±0. 66a A	14. 57±0. 65ab A
G3	44. 33±0. 57a A	82. 00±2. 46ab A	100. 67±3. 05bc ABC	7. 33±0. 05a A	13. 23±0. 57a A	14. 43±0. 67ab A
G4	37. 67±0. 57b B	79. 67±5. 68b A	101. 33±6. 50bc ABC	6. 59±0. 20bc AB	13. 01±0. 73a A	14. 23±0. 93ab A
CK1	35. 33±2. 88b B	73. 33±4. 72c B	98. 00±1. 00c C	6. 88±0. 55ab AB	12. 52±1. 15a A	13. 90±0. 34b A
CK2	36. 00±2. 00b B	73. 33±2. 88c B	98. 33±2. 88c BC	6. 08±0. 35c B	12. 54±0. 07a A	13. 99±0. 91b A

注:表中数据为 3 次重复平均值±标准差,同列数据后不同小写字母表示差异显著($P<0.05$),大写字母表示差异极显著($P<0.01$)。下同。

表 2 不同密度及留果方式对袋培番茄不同生育期叶绿素含量的影响

Table 2 Effect of different planting density and fruit density on chlorophyll content of facility tomato

处理	3. 31 苗期	4. 9 开花期	4. 19 盛花期	4. 27 坐果期
G1	23. 10±2. 443a A	25. 80±0. 173a A	27. 90±1. 588a A	31. 93±1. 550a A
G2	23. 90±1. 758a A	25. 47±0. 306ab A	27. 97±0. 924a A	30. 97±1. 222ab A
G3	22. 33±1. 850a A	24. 47±0. 379abc A	26. 67±1. 762ab A	28. 17±0. 851bc AB
G4	23. 83±2. 802a A	23. 03±0. 635bc AB	26. 23±2. 829ab A	29. 27±3. 525ab AB
CK1	19. 43±2. 023a A	22. 83±3. 134cd AB	24. 43±1. 940ab A	25. 10±1. 652c B
CK2	19. 47±5. 164a A	20. 47±0. 586d B	23. 10±2. 821b A	25. 53±1. 210c B

2.3 种植密度及留果方式对春、秋花袋培番茄产量的影响

不同模式对番茄的产量和单果重影响不同。由表 3 可知,在不同栽培模式下春茬和秋茬番茄产量变化规律基本一致,均表现为保留 2 穗果穗增加密度 50%产量居首,3 穗果穗密度增加 30%产量次之,基质常规栽培和土壤常规栽培产量最低。采用低段密植袋培各处理与土壤常规栽培之间的差异均达到了极显著水平。低段留果能够缩短养分运输距离,有利于有机物质形成加快果实膨大和养分积累增加单果重,密植增加果实数量^[9]。试验结果表明,春茬番茄 667 m²产量 G1 处理比 CK1 增

产 33.55%,比 CK2 增产 56.99%,单果重比 CK1 和 CK2 分别增加 13.85%~17.12%;G3 处理比 CK1 增产 29.09%,比 CK2 增产 51.56%,单果重比 CK1 和 CK2 分别增加 11.32%~14.52%。秋茬番茄 G1 处理比 CK1 增产 38.87%,比 CK2 增产 156.27%,单果重比 CK1 和 CK2 分别提高 37.81%~55.34%;G3 处理比 CK1 增产 20.65%,比 CK2 增产 122.65%,单果重比 CK1 和 CK2 分别提高 14.57%~29.15%。由此可见,保留 2 穗果穗增加密度 50%和保留 3 穗果穗增加密度 30%是天津地区设施袋培番茄首选的栽培模式。

表 3 不同密度及留果方式对春、秋茬袋培番茄产量的影响

Table 3 Effect of different planting density and fruit density on yield of facility tomato in spring and autumn

处理	春茬袋培番茄产量		秋茬袋培番茄产量	
	单果重/g	667 m ² 产量/kg	单果重/g	667 m ² 产量/kg
G1	285. 00±72. 64a A	8 610. 91±473. 94a A	223. 09±13. 45a A	4 564. 54±206. 24a A
G2	265. 67±62. 74abc AB	7 888. 74±989. 11a AB	202. 97±8. 51b AB	3 947. 47±17. 56b B
G3	278. 67±51. 78ab AB	8 323. 38±402. 74a A	185. 47±10. 81c BC	3 965. 71±26. 07b B
G4	264. 00±49. 43abc AB	7 477. 88±211. 88ab AB	163. 46±3. 86d CD	3 369. 63±81. 27c C
CK1	250. 33±46. 72bc AB	6 447. 75±757. 16bc BC	161. 88±8. 51d CD	3 286. 97±60. 59c C
CK2	243. 33±39. 58c B	5 484. 67±564. 96c C	143. 61±12. 91e D	1 781. 15±32. 02d D

2.4 种植密度及留果方式对袋培番茄品质的影响

可溶性总糖、可滴定酸、糖酸比、维生素 C、粗蛋白、硝酸盐含量等是综合评价番茄品质的重要指标^[10],特别

是可溶性总糖含量从口感上可直接反映^[11]。由图 1、2 可知,不同栽培模式下对番茄可溶性总糖和可滴定酸含量影响不同,凡是基质袋培番茄可溶性总糖含量均高于

土壤栽培,采取低段密植袋培番茄可溶性总糖含量又均高于基质常规栽培,其中 G1 可溶性总糖含量高达 4.16%,比 CK1 增加 19.88%,比 CK2 增加 23.44%;该处理可滴定酸含量亦表现最高达 0.55%,比其它处理增加 17.02%~19.56%。

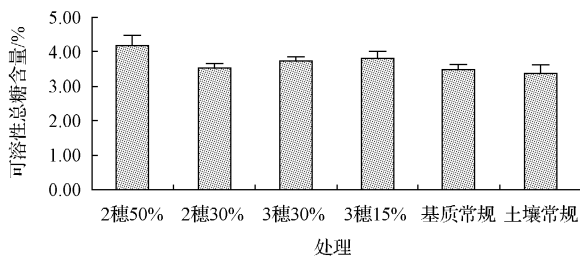


图1 密度及留果方式对袋培番茄可溶性总糖含量的影响

Fig. 1 Effect of different planting density and fruit density on total soluble sugar content of facility tomato

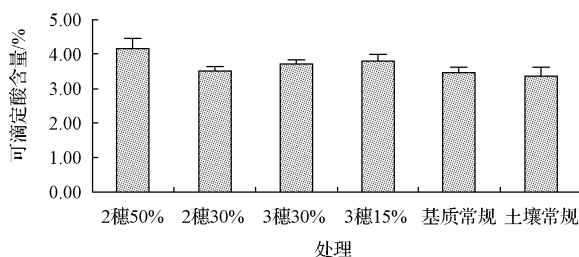


图2 密度及留果方式对袋培番茄可滴定酸含量影响

Fig. 2 Effect of different planting density and fruit density on titratable acid content of facility tomato

由图3可知,G3和G4糖酸比为8.1,G1和G2处理糖酸比值分别为7.6和7.7,CK1和CK2糖酸比分别为7.4和7.2,在可滴定酸和可溶性总糖含量均较高的情况下,糖酸比值越高口感越佳^[12-13]。该结果表明,在保留2穗果穗增加密度50%和增加密度30%模式下,可溶性总糖和可滴定酸含量均高于其它处理,且糖酸比为中等水平而口感仍好于保留3穗果穗增加密度30%和15%处理糖酸比值为8.1的处理。

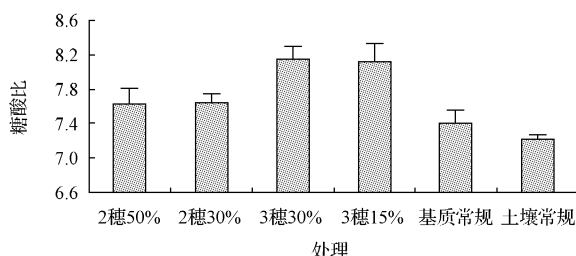


图3 密度及留果方式对袋培番茄糖酸比的影响

Fig. 3 Effect of different planting density and fruit density on sugar-acid ratio of facility tomato

由图4、5可知,基质袋培番茄维生素C、粗蛋白含量均高于土壤常规栽培,G1和G3维生素C含量比CK2增加20.87%~21.47%,G2处理粗蛋白含量比CK2提高近2倍,低段密植袋培有助于番茄维生素C和粗蛋白的增加和提高。硝酸盐含量是衡量番茄对人类身体是否有害的重要指标之一^[14],高量硝酸盐在人体内通过代谢转化,其产物具有致病和致癌作用,对人体健康构成威胁^[15],由图6可知,研究中虽然各处理番茄硝酸盐含量均低于GB 18406-2001规定的无公害蔬菜硝酸盐含量(瓜果类≤600 mg/kg)标准^[16],但采取低段密植袋培技术的各处理硝酸盐含量明显低于土壤栽培。

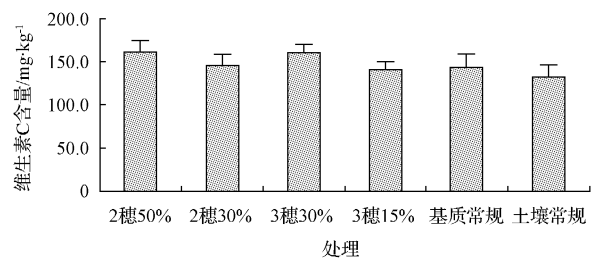


图4 密度及留果方式对袋培番茄维生素C含量影响

Fig. 4 Effect of different planting density and fruit density on vitamin C content of facility tomato

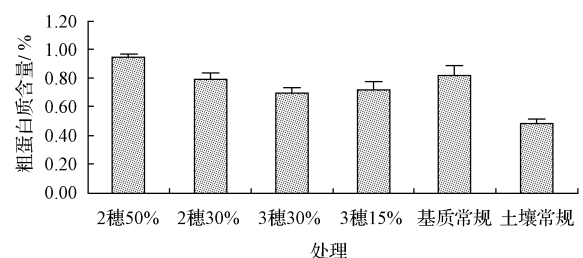


图5 密度及留果方式对袋培番茄粗蛋白质含量影响

Fig. 5 Effect of different planting density and fruit density on crude protein content of facility tomato

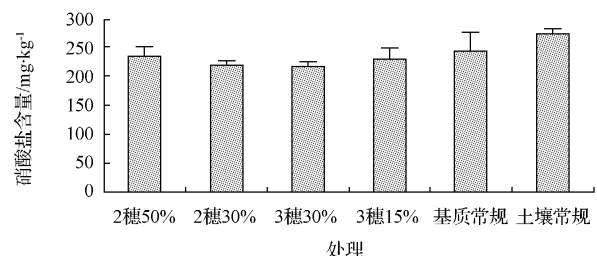


图6 密度及留果方式对袋培番茄硝酸盐含量的影响

Fig. 6 Effect of different planting density and fruit density on the nitrate content of facility tomato

3 结论

低段密植袋培技术就是保留距根部3穗果以内的基质栽培方式,它可以促进番茄营养阶段植株快速生长

及茎粗的增加,保持植株的健壮及营养储备,有利于叶绿素含量的提高。保留2穗果穗增加密度50%和增加密度30%,保留3穗果穗增加密度30%处理与CK1和CK2之间株高的差异达到了极显著水平,茎粗的差异达到显著水平。

春茬和秋茬2个生长季各处理番茄产量变化一致,采用低段密植袋培技术番茄增产效果明显,各处理与CK1和CK2之间均达到了显著水平。保留2穗果穗增加密度50%和保留3穗果穗增加密度30%为天津地区设施袋培番茄首选栽培模式。

保留2穗果穗增加密度50%和保留3穗果穗增加密度30%模式下番茄不仅产量明显高于基质常规栽培和土壤常规栽培,而在品质上也占有优势。保留2穗果穗增加密度50%处理番茄的可溶性总糖含量,比基质常规栽培和土壤常规栽培分别增加19.88%、23.44%,可滴定酸含量增加17.02%、19.56%,维生素C含量增加12.60%、21.47%,粗蛋白含量增加14.63%、95.83%,硝酸盐含量降低3.71%、16.17%。

番茄低段密植栽培与常规土壤栽培相比,缩短了栽培时间,春茬和秋茬中间的休闲时间延长,对于天津地区设施栽培而言有利于高温焖棚杀虫灭菌;利于设施内通风透光有助于设施环境改善,同时利于植株对养分吸收。因此,番茄产量高、优质果实均匀、商品性好。

在番茄低段密植袋培过程中,设施管理上能够做到水、肥定株、定时、定量管理,改变了传统农业耕作方式,使生产者洁净的环境中工作,集生产观光为一体新型的栽培技术,适应于都市农业的发展。

参考文献

- [1] 钟晓红,张秋明,黄远飞.我国温室园艺生产现状及发展对策[J].北方园艺,2003(1):47-49.
- [2] 徐向峰,杨广林,王立舒,等.我国设施农业的现状与发展对策研究[J].东北农业大学学报,2005,36(4):520-522.
- [3] 田吉林,汪寅虎.设施无土栽培基质的研究现状、存在问题与展望(综述)[J].上海农业学报,2000,16(4):87-92.
- [4] 韦海忠.对当前无土栽培可发展的成因分析[J].中国农村小康科技,2007(5):51-52.
- [5] 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.
- [6] 罗丹华.番茄无土栽培与土培对比试验[J].福建农业科技,2002(2):22-23.
- [7] 费伟英.番茄有机生态型无土栽培技术研究[J].长江蔬菜,2007(6):46-47.
- [8] 李爱萍,赖永红,廖海林,等.蚕豆种子包衣技术及其应用效果[J].福建农业科技,2002(5):28-29.
- [9] 李建勇,高俊杰,徐守国,等.化肥施用量对有机基质栽培番茄养分吸收利用的影响[J].中国生态农业学报,2011,19(3):602-606.
- [10] 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.
- [11] 刘升学,于贤昌,刘伟,等.有机基质配方对袋培番茄生长及产量的影响[J].西北农业学报,2009,18(3):184-188.
- [12] 马栋.有机基质槽式栽培对番茄生长发育及生理特性地影响[D].泰安:山东农业大学,2009.
- [13] 黄丹枫,牛庆良,程浩.无土栽培甜瓜果实发育生理与品质分析[J].上海农业学报,1998(3):51-55.
- [14] 蒋卫杰,刘伟,余宏军.无土栽培基质重复利用对番茄生长、产量和基质性状的影响[J].厦门大学学报,2001,40(2):37-42.
- [15] 刘文科,杨其长.设施无土栽培蔬菜硝酸盐含量的控制方法[J].北方园艺,2010(20):79-83.
- [16] 叶祥盛,谭启玲.不同基质栽培对蔬菜产量及硝酸盐含量的影响[J].湖北农业科学,2003(2):54-55.

Effects of Less Spike Close Density Bag Cultured on the Yield and Quality of Facility Tomato

REN Shun-rong, SHAO Yu-cui, YANG Jun

(Tianjin Institute of Agricultural Resource and Environment Sciences, Tianjin 300192)

Abstract: For the aim of utilize the reclamation land, saline land and new build facilities as soon as possible, with medium bag and 'GBS-Aolam No. 6' as materials, the tomato biological characters, yield and quality under a less spike close density bag cultured pattern which suitable for Tianjin area investigated. The results showed that, compared with conventional substrate and soil culture, the plant height, stem diameter, chlorophyll increased by 4.63%~27.37%, 4.65%~20.64% and 10.10%~22.79% under pattern G1(bag cultured tomato increase density 50% reserve 2 period of grain) and G3(bag cultured tomato increase density 30% reserve 3 period of grain). The single fruit weight and yield also over 11.32%~17.12% and 29.09~56.99% than conventional substrate and soil culture. The quality of tomato, such as total soluble sugar, titratable acid and vitamin C content also increased by 13.54%~16.91%, 7.05%~7.51% and 12.42%~21.28% respectively, and the content of nitrate decreased by 7.14%~17.10%.

Key words: bag cultured tomato; less spike close planting; biological characters; yield; quality