

# 种植密度对日光温室薄皮甜瓜生长发育及产量的影响

赵云霞, 裴红霞, 高晶霞, 杨冬艳, 谢华\* (宁夏农林科学院种质资源研究所, 宁夏银川 750002)

**摘要** 以长棒型薄皮甜瓜“薄皮脆”为试材, 采用单蔓整枝, 地上式砖槽基质栽培, 行距 90 cm, 株距分别为 20、25、30、35、40 cm 共 4 个处理, 研究不同种植密度对日光温室薄皮甜瓜生长发育、光合特性、果实性状、品质及产量的影响。结果表明, 在行距一定的情况下, 适当加大株距, 有利于植株生长势增强, 有利于净光合速率、果实品质和产量的提高, 但过分加大株距效果不明显。在在地上式砖槽基质栽培模式下, 行距 90 cm 的情况下, 单蔓整枝适宜的种植株距为 35 cm。

**关键词** 种植密度; 薄皮甜瓜; 产量

中图分类号 S652 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2019)15-0043-02

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2019.15.013



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

## Effects of Planting Densities on Growth, Development and Yield of Thin-skinned Melon in Solar Greenhouse

ZHAO Yun-xia, PEI Hong-xia, GAO Jing-xia et al (Institute of Germplasm Resource, Ningxia Academy of Agriculture and Forestry Science, Yinchuan, Ningxia 750002)

**Abstract** The long stick type thin melon "thin skin crispy" was used as the test material, and the single vine pruning and the above ground type brick trough were used for cultivation. The row spacing was 90 cm, and the plant spacing was 20, 25, 30, 35 and 40 cm respectively. Effects on growth, photosynthetic characteristics, fruit quality and yield of melon in solar greenhouse were studied. The results showed that when the row spacing was fixed, the appropriate increase of plant spacing was beneficial to the increase of plant growth potential, which was conducive to the improvement of net photosynthetic rate, fruit quality and yield, but the effect of excessively increasing plant spacing was not obvious. In the above ground type brick trough matrix cultivation mode, when the row spacing was 90 cm, the suitable planting distance of single vine pruning was 35 cm.

**Key words** Planting density; Thin skin melon; Yield

宁夏气候干爽, 光热资源丰富, 全年晴朗天气 300 d 左右, 年日照时数约 3 000 h; 气温日较差达 13 ℃ 左右, 生产的甜瓜品质优, 口味佳, 属于全国甜瓜优势产区之一, 种植面积达 4 600 hm<sup>2</sup><sup>[1]</sup>, 其中宁夏银川地区薄皮甜瓜主要以露地、小拱棚和塑料中棚爬地栽培为主, 每年种植面积 333 hm<sup>2</sup> 以上<sup>[2]</sup>。近年来, 随着宁夏日光温室面积的不断发展, 温室薄皮甜瓜的种植面积不断扩大, 连作障碍问题日益突出。基质栽培是无土栽培的一种, 可有效解决土壤连作障碍问题, 但基质栽培是一种特殊栽培模式, 其栽培管理措施不同于普通管理, 目前对基质栽培薄皮甜瓜的种植密度研究鲜见报道, 而且不同地区、不同品种、不同栽培模式、不同种植时期对薄皮甜瓜种植密度要求不同<sup>[3-7]</sup>。种植密度是决定作物生长和产量的重要因素之一<sup>[8]</sup>, 笔者研究不同种植密度对日光温室基质栽培薄皮甜瓜生长与产量的影响, 以期制定日光温室基质栽培薄皮甜瓜标准化栽培模式提供技术支持。

## 1 材料与方法

**1.1 试验材料** 选用长棒型薄皮甜瓜“薄皮脆”, 由宁夏农林科学院种质资源研究所选育。

**1.2 试验方法** 试验于 2017 年 8—11 月在宁夏银川贺兰园区产业园日光温室内进行。采用地上式砖槽栽培模式, 槽高 32 cm, 槽宽 60 cm, 槽间距 90 cm。用专用商品栽培基质栽

培, 2017 年 8 月 10 日定植, 定植株距分为 4 个处理, 分别为 20、25、30、35、40 cm; 采用双行种植, 每个处理重复 3 次, 小区面积 9 m<sup>2</sup>。生长期采用滴灌方式浇水, 统一追肥管理, 定植后 15 d 追施伸蔓肥, 等瓜坐稳后追施第 1 次膨瓜肥, 7 d 后追施第 2 次膨瓜肥。其他按照常规管理进行。

## 1.3 测定项目与方法

**1.3.1 甜瓜生长情况。** 定植 30 d 后, 用常规方法测量各处理的株高、茎粗; 定植 40 d 后, 用常规方法测量各处理的株高, 用叶绿素仪 (SPAD-502) 测定叶绿素含量, 用 Yaxin-1241 叶面积仪测定叶面积。每个处理测定 15 株; 于 09:00—11:00 用便携式 TPS-2 光合仪测定植株从顶部向下第 3 片功能叶的光合参数, 每个处理测量 5 株。

**1.3.2 甜瓜品质。** 每处理选取 10 个具有代表性的果实测量果实纵径、横径、果肉厚度; 可溶性固形物含量测定采用折光仪法<sup>[9]</sup>; 采用 2,6-二氯酚胺法测定 V<sub>c</sub> 含量; 用蒽酮法测定可溶性糖含量, 采用考马斯亮蓝 G-250 染色法测定可溶性蛋白质含量<sup>[10]</sup>。

**1.3.3 甜瓜产量。** 采收前每试验小区选取有代表性的 15 个植株, 测定单果重。采收时按小区称重, 计算小区平均产量, 并折算成 1 hm<sup>2</sup> 产量。

## 2 结果与分析

**2.1 种植密度对薄皮甜瓜生物学性状的影响** 由表 1 可知, 在植株生长 30 d 时, 不同种植密度的株高有显著差异, 40 cm 株距处理的株高最高, 其次为 35 cm 株距, 30、25、20 cm 株距处理的株高无显著差异; 在植株生长至 40 d 时, 不同种植密度的株高有显著差异, 40 cm 株距处理的株高最高, 其次为 35、30、20、25 cm 株距; 在茎粗和叶绿素方面, 不同种植密

**基金项目** 宁夏科技支撑计划资助项目(2016BN01); 宁夏科技支撑计划资助项目(2015BN04); 大宗蔬菜产业技术体系资助项目(CARS-23-G24)。

**作者简介** 赵云霞(1983—), 女, 山东高唐人, 助理研究员, 硕士, 从事蔬菜学研究。\* 通信作者, 研究员, 从事蔬菜栽培技术研究。

**收稿日期** 2019-03-12

度之间无显著差异;在叶面积方面,不同种植密度之间有显著差异,其中35 cm株距处理的叶面积最大,其次为30、40 cm株距,最小的为20、25 cm株距。

表1 种植密度对薄皮甜瓜生物学性状的影响

Table 1 Effect of planting densities on biological characters of thin-skinned melon

株距 Planting distance cm	30 d 株高 30 d plant height cm	40 d 株高 40 d plant height cm	茎粗 Stem diameter mm	叶绿素含量 (SPAD) Chlorophyll content	叶面积 Leaf area cm <sup>2</sup>
20	95.33 b	150.73 cd	4.47 a	43.36 a	252.01 b
25	97.00 b	142.10 d	4.69 a	45.17 a	248.06 b
30	97.53 b	157.20 bc	4.59 a	45.78 a	276.68 ab
35	105.60 ab	166.93 ab	5.00 a	45.15 a	294.05 a
40	117.93 a	175.00 a	4.76 a	44.65 a	274.59 ab

注:同列不同小写字母表示不同株距间差异显著( $P<0.05$ )

Note: Different lowercases in the same column stand for significant differences between different treatments at 0.05 level

2.2 种植密度对薄皮甜瓜光合特性的影响 由图1可知,种植密度对薄皮甜瓜净光合速率的影响较大,其中40和35 cm株距的净光合速率最高达13.01和12.22  $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ ,其次30 cm株距为10.77  $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ ,最小的25和20 cm株距的净光合速率为9.86和9.51  $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ 。

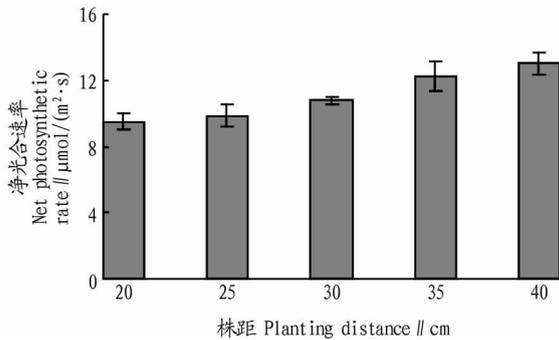


图1 不同种植密度对薄皮甜瓜净光合速率的影响

Fig. 1 Effects of different planting densities on net photosynthetic rate of thin-skinned melon

2.3 种植密度对薄皮甜瓜果实性状的影响 由表2可知,在果实性状方面,35 cm株距处理的瓜纵径最大,其余处理无显著差异;在横径、肉厚和腔室大小方面,不同种植密度之间无显著差异;不同种植密度处理的商品果比率差异显著,其中35 cm株距处理的商品果率最高,达84.4%,其次为30、40 cm株距,比20、25 cm株距处理的商品果率提高了8.9%~27.19%。

2.4 种植密度对薄皮甜瓜果实品质的影响 由表3可知,在果实品质方面,不同种植密度之间差异显著,其中可溶性固形物和可溶性糖方面,35 cm株距处理最高,其次为40、30 cm株距;35 cm株距处理的 $V_c$ 含量最高,其次为40 cm株距处理;35 cm株距和40 cm株距的可溶性蛋白含量最高,20 cm株距处理的最小。

2.5 种植密度对薄皮甜瓜产量的影响 由表4可知,30、35和40 cm株距处理的单瓜重之间无显著差异,单瓜重在700 g

以上;在产量方面,35 cm株距处理的产量达2476.76 kg,分别比20、25、30、40 cm株距处理的产量提高了19.38%、25.67%、16.25%和28.81%。

表2 种植密度对薄皮甜瓜果实性状的影响

Table 2 Effect of planting densities on fruit characters of thin-skinned melon

株距 Planting distance cm	纵径 Longitudinal diameter cm	横径 Transverse diameter cm	肉厚 Fleshiness cm	腔室大小 Chamber size cm	商品果率 Commodity rate of fruit %
20	27.17 b	7.40 a	2.07 a	3.77 a	58.33
25	28.00 b	7.50 a	1.90 a	3.87 a	72.98
30	27.40 b	7.77 a	2.00 a	3.87 a	82.18
35	32.93 a	8.00 a	2.30 a	3.53 a	84.40
40	28.80 b	7.77 a	2.27 a	3.67 a	80.11

注:同列不同小写字母表示不同株距间差异显著( $P<0.05$ )

Note: Different lowercases in the same column stand for significant differences between different treatments at 0.05 level

表3 种植密度对薄皮甜瓜果实品质的影响

Table 3 Effect of planting densities on fruit quality of thin-skinned melon

株距 Planting distance cm	可溶性固形物 Soluble solids %	可溶性糖 Soluble sugar %	维生素C Vitamin mg/kg	可溶性蛋白 Soluble protein mg/g
20	10.08 b	10.83 c	51.5 e	1.03 c
25	10.60 b	10.98 c	61.2 d	1.10 b
30	10.90 ab	11.24 c	67.6 c	1.12 b
35	12.58 a	13.38 a	78.9 a	1.21 a
40	11.25 ab	12.27 b	72.5 b	1.19 a

注:同列不同小写字母表示不同株距间差异显著( $P<0.05$ )

Note: Different lowercases in the same column stand for significant differences between different treatments at 0.05 level

表4 种植密度对薄皮甜瓜产量的影响

Table 4 Effect of planting densities on yield of thin-skinned melon

株距 Planting distance cm	单瓜重 Single fruit weight g	小区产量 Cell yield kg	折合产量 Conversion yield kg/hm <sup>2</sup>
20	620.26 b	26.94 b	29 947.80
25	710.42 ab	24.84 b	27 613.35
30	767.40 a	26.64 b	31 114.35
35	772.80 a	33.42 a	37 151.40
40	813.10 a	23.79 b	26 446.20

注:同列不同小写字母表示不同株距间差异显著( $P<0.05$ )

Note: Different lowercases in the same column stand for significant differences between different treatments at 0.05 level

### 3 结论与讨论

随着种植密度的加大,植株株高和叶面积增大,整体生长势增强;种植密度对薄皮甜瓜净光合速率的影响较大,适当增加株距,在一定程度上促进了光合作用,进而有利于果实品质的提高,但过分加大株距效果不明显。在果实性状方面,种植密度对果实性状基本无影响。随着种植密度的加大,单果重增加;由于增加株距,1 hm<sup>2</sup>的总株数和总结瓜数减少,株距太大造成植株营养生长过盛,不利于植株座瓜,因此生长总产量没有随株距的加大而加大。该试验结果表明,

(下转第80页)

技术测得 16S rDNA 序列,进行比对分析,完成鉴定。技术路线:菌种基因组 DNA 提取→16S 菌保守序列 PCR 扩增→3730 测序。基因组 DNA 提取,经过电泳检测确认后,进行 PCR 扩增,采用细菌通用引物(27f:AGAGTTTGATCMTGGCT-CAG,1492R:TACGGYTACCTGTACGACTT)<sup>[10]</sup>,根据 Gene-Bank 上 Blast 比对,确认菌属关系如表 6。

表 5 各菌株对纤维素降解能力和酶活性的测定结果

Table 5 Determination results of cellulose degradation capacity and enzyme activity of strains

序号 No.	菌株编号 Strain code	滤纸失重量 Weight loss of filter paper//g	酶活 Enzyme activity U/mL
1	C2	0.35(0.02)	42.3(1.6)
2	C7	0.38(0.04)	45.6(0.6)
3	C8	0.41(0.05)	47.7(1.3)
4	C12	0.33(0.01)	38.8(2.0)
5	C15	0.42(0.03)	51.5(1.2)

注:括号中为标准方差  $\sigma$

Note:Data in parentheses are standard variance  $\sigma$

### 3 结论

通过在堆肥高温期间取样、分离培养,共分离获得 59 株有机质降解菌,12 株淀粉降解菌,21 株蛋白质降解菌,25 株油脂降解菌和 17 株纤维素降解菌。复筛考察水解圈大小、滤纸失重率,再通过测定酶活,筛选出酶活性最高的菌株,确定最优混合菌群由 M7、M11、O10、S1、P2、O22 和 C15 组合,经鉴定 M7 菌株为地衣芽孢杆菌, M11 菌株为短小芽孢杆菌, O10 菌株为高温放线菌, S1 菌株为地衣芽孢杆菌, P2 菌株为莫海威芽孢杆菌, O22 菌株为短小芽孢杆菌, C15 菌株为凝结芽孢杆菌。后续将进一步研究该菌群的应用效果。

(上接第 44 页)

合理的定植密度是甜瓜增产的主要措施之一,栽植过密易徒长,单果小,商品果率低;栽植过稀单果虽大,但总产量不高。在地上式砖槽基质栽培模式下,行距 90 cm 的情况下,单蔓整枝适宜的种植株距为 35 cm。

### 参考文献

- [1] 国家西甜瓜产业技术体系《中国蔬菜》编辑部. 全国甜瓜主要优势产区生产现状(一)[J]. 中国蔬菜,2011(17):15-16.
- [2] 黄莉,刘声峰,郭松,等. 宁夏银北地区设施薄皮甜瓜吊蔓高效栽培技术[J]. 黑龙江农业科学,2012(10):160-162.
- [3] 黄伟,张俊花,陈建新,等. 不同种植密度对薄皮甜瓜品质及产量的影响[J]. 北方园艺,2008(10):1-4.

表 6 污泥有机质降解菌筛选结果

Table 6 Screening of organic matter degrading strain from sludge

序号 No.	菌株编号 Strain code	菌种 Strain	鉴定结果 Identification result
1	M7	有机质降解菌	地衣芽孢杆菌 <i>B. licheniformis</i>
2	M11	有机质降解菌	短小芽孢杆菌 <i>B. pumilus</i>
3	O10	有机质降解菌	高温放线菌 <i>Thermoactinomyces</i>
4	S1	淀粉降解菌	地衣芽孢杆菌 <i>B. licheniformis</i>
5	P2	蛋白质降解菌	莫海威芽孢杆菌 <i>B. mojavensis</i>
6	O22	油脂降解菌	短小芽孢杆菌 <i>B. pumilus</i>
7	C15	纤维素降解菌	凝结芽孢杆菌 <i>B. coagulans</i>

### 参考文献

- [1] 韩晓芳,顾建新,李燕. 污泥处置现状及新技术探讨[J]. 国外建材科技,2006(5):43-46.
- [2] 李常慧. 污泥高温好氧堆肥工艺优化的研究[D]. 郑州:河南工业大学,2015.
- [3] 钱东平. 城市污水厂污泥堆肥技术研究[J]. 广东化工,2014,41(2):89-90,88.
- [4] 田宝辉. 市政污泥分离及堆肥工艺研究[J]. 绿色科技,2018(12):105-106.
- [5] 王春铭,雷恒毅,王国惠,等. 城市污泥模拟堆肥过程中高温菌群的筛选、鉴定及降解效果[J]. 环境科学学报,2007,27(6):979-986.
- [6] 王春铭,卢建文,雷恒毅,等. 城市污泥堆肥过程中微生物研究[J]. 生态环境,2007,16(2):462-466.
- [7] 王守红,徐荣,朱凌宇,等. 不同菌种组合对发酵残余物好氧堆肥进程及氮素变化的影响[J]. 环境工程学报,2017,11(12):6429-6436.
- [8] 王继海. 微生物指标检测在农村生活饮用水的效果评价[J]. 中国保健营养,2019,29(9):398.
- [9] 李群. 优生科学资料的统计学深度分析[J]. 中国优生与遗传杂志,2015,23(9):131-132.
- [10] MENG L Q, LI W G, ZHANG S M, et al. Effects of sucrose amendment on ammonia assimilation during sewage sludge composting[J]. Bioresour Technol, 2016, 210: 160-166.

- [4] 蓝新禄. 不同种植密度对薄皮甜瓜品质及产量的影响[J]. 北京农业, 2015(17):44-45.
- [5] 吴宇芬,陈晟,赵依杰. 种植密度对保护地嫁接甜瓜生长和产量的影响[J]. 北方园艺,2011(14):40-41.
- [6] 齐红岩,李亚兰,李丹,等. 不同定植密度对薄皮甜瓜生长发育及产量影响的研究[J]. 北方园艺,2005(3):53-55.
- [7] 任瑞星,孙逊. 甜瓜产业配套栽培技术[M]. 北京:中国农业出版社,2001.
- [8] 葛民根. 小型西瓜种植密度、整枝及留瓜方式试验[J]. 浙江农业科学,2003(2):59-60.
- [9] 聂继云,刘凤之,董雅凤,等. 果品质量安全分析技术[M]. 北京:科学出版社,2012.
- [10] 高俊凤. 植物生理学实验技术[M]. 西安:世界图书出版公司,2000:135-137,145-146.