

# 不同种植密度对薄皮甜瓜品质及产量的影响

黄伟<sup>1</sup>, 张俊花<sup>1</sup>, 陈建新<sup>1</sup>, 张立峰<sup>2</sup>

(1. 河北北方学院 园艺系 河北 宣化 075131; 2. 河北农业大学 农学院 河北 保定 071001)

**摘要:**在冀西北坝上地区露地以薄皮甜瓜“真甜王”和“红城5号”为试材,采用双蔓整枝,设行距为1.0 m,株距为3水平,即B1:0.35 m, B2:0.40 m, B3:0.45 m共6个处理,研究了不同种植密度对薄皮甜瓜果实发育、光合特性、产量和折光糖度的影响。结果表明:在行距一定的情况下,适当加大株距,有利于甜瓜果实的膨大,有利于提高果实的折光糖度。在同一行距条件下,适当增加株距,会引起 $F_o$ 的降低, $F_v$ ,  $F_m$ ,  $F_v/F_m$ 和 $F_v/F_o$ 的增加,提高了净光合速率,有利于产量的提高,但过分加大株距效果不明显。

**关键词:**种植密度;薄皮甜瓜;光合特性;产量;含糖量

**中图分类号:**S 652.04<sup>+</sup>.6 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2008)10-0001-04

甜瓜(*Cucumis melo* L.)属于葫芦科(Cucurbitaceae)甜瓜属,是一种蔓性草本植物,果实营养丰富,甘甜爽口,风味独特,是深受大众喜爱的消暑珍品,是世界十大水果之一。甜瓜是一个广布种,从北纬65°左右到南纬23°均有分布。自20世纪90年代以来,世界甜瓜栽培面积迅速增加。我国甜瓜栽培的发展更是迅速,目前其栽培面积和产量均居世界首位<sup>[1]</sup>。

冀西北坝上地区因其特殊的自然条件,所产的薄皮甜瓜品质尤佳,成为优质甜瓜的重要产地。然而甜瓜是耗水量较大作物之一,一片400 cm<sup>2</sup>甜瓜叶片1 d可蒸腾30 g的水,在果实旺盛生长期,1 m<sup>2</sup>/h叶片可蒸腾400~600 g水<sup>[2]</sup>。因此对于冀西北地区而言,年降雨量低和季节性干旱的两大威胁成为甜瓜产业发展的瓶颈,是提高甜瓜产量和质量,尤其是发展人工条件下甜瓜栽培的障碍。近年来甜瓜高产栽培技术日益完善,但对于作为栽培管理技术基础的甜瓜密度的研究甚少,尤其是在没有水源灌溉,进行雨养旱作的情况下有关甜瓜光合特性的研究鲜为报道。

该研究以露地栽培薄皮甜瓜为试材,在不进行人工灌溉,充分利用自然降雨条件下,探讨不同种植密度对薄皮甜瓜光合特性和产量的影响,寻找薄皮甜瓜的抗旱机理,并以此作为甜瓜露地生产,提高水资源利用率的

理论依据,以期筛选出适应坝上地区露地薄皮甜瓜栽培的适宜定植密度,从而实现在水资源有限的地区扩大种植面积,提高经济效益的目的。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料与试验过程

试验于2007年5~9月在河北农业大学张北试验站坡梁地试验区内进行。供试土壤类型为砂壤质栗钙土,其理化性质为:0~20 cm土层土壤有机质含量1.16%、全氮0.07%、全磷0.02%、速效磷4.5 mg/kg、速效钾60 mg/kg。

以薄皮甜瓜真甜王和红城5号为试材。2007年5月15日于塑料拱棚内播种育苗,苗龄30 d(两叶一心),6月13日定植露地。定植前667 m<sup>2</sup>普施腐熟的羊粪4 000 kg,磷酸二铵25 kg作底肥,施入定植沟内,施好底肥后,使肥土混合均匀,用铁耙把沟棱上的土分别往垄背上搂,最后形成瓦垄沟状,即深沟高垄,垄面宽50 cm,深15~20 cm,在沟内按预定的株距挖穴,摆苗,每穴浇相同量的水,苗子周围覆好土后,利用地膜覆盖在垄面上,再将幼苗破膜放出,并用土封严。采用爬蔓栽培,双蔓整枝,每条子蔓各留一瓜,甜瓜开花后采用防落素喷花处理,其它田间管理同常规生产,9月1日拉秧。甜瓜除定植时浇1次水外,其它生长期不再浇水,而是利用地膜沟作聚水的防旱措施,把当地的自然降雨集中在定植沟内,把无效雨变成有效降雨,即以雨养旱作的栽培方式为甜瓜生育期间提供水分。

### 1.2 试验处理

每处理行距均为1.0 m,株距设3个水平:0.35 m(B1)、0.40 m(B2)、0.45 m(B3)。以每垄为1次重复,共设3次重复,品种真甜王代码设为Z,红城5号设为H,2个品种共6个处理,即:ZB1、ZB2、ZB3、HB1、HB2和

第一作者简介:黄伟(1970-),男,湖北天门人,副教授,硕士,主要从事蔬菜栽培和设施园艺的教学、科研与推广工作。E-mail: huangwei197025@yahoo.com.cn。

基金项目:国家“十一五”科技支撑计划资助项目(2006BAD15B05);河北省“十一五”科学技术研究与发展计划资助项目(06220901D);张家口市科技局科技攻关资助项目(061143)。

收稿日期:2008-04-23

HB3。每小区的面积均为 24.0 m<sup>2</sup>，

1.3 测定项目和方法

甜瓜果实生长发育速度的调查: 雌花开放后每隔 7 d 调查 1 次果实的膨大速度, 直到果实采收。分别于苗期、抽蔓期和结果期测定功能叶片叶绿素含量。于结果初期测定各处理功能叶片叶绿素荧光参数, 结果期测定各处理功能叶片净光合速率。果实成熟后调查每一小区的产量, 折合成 667 m<sup>2</sup> 的产量, 并调查平均单瓜重。每处理中选择具有代表性的成熟果实, 测量果实的折光糖度。

叶绿素 a 荧光诱导动力学参数使用 Pocket PEA 植物效率仪测定, 净光合速率采用北京农业大学生产的 BA U 光合测定仪测定, 叶绿素含量参照张宪政的无水乙醇-丙酮混合液提取法测定<sup>[3]</sup>, 果实的折光糖度采用 WY060 手持糖量仪测定。

2 结果与分析

2.1 不同定植密度对果实膨大速度的影响

从图 1 中可看出, 果实横、纵径变化具有相同的趋势, 不同处理甜瓜果实生长发育呈“S”型曲线变化, 即授粉后 5~25 d 为膨瓜期, 果实增长最快, 并且果实纵向生长发育速度较横向生长的快, Z 果实膨大速度较 H 快。从各生育时期来看, 果实膨大速度在 8 月 2~16 日增大较快, 8 月 23 日之后, 无论果实横径还是纵径增长均趋

缓, 果实大小趋于稳定。综上所述, 由于增加株距的处理通风、透光良好, 为果实膨大创造了更好的条件, 生产上应在果实膨大期注意加强肥水管理, 以保证果实的单瓜重和产量。

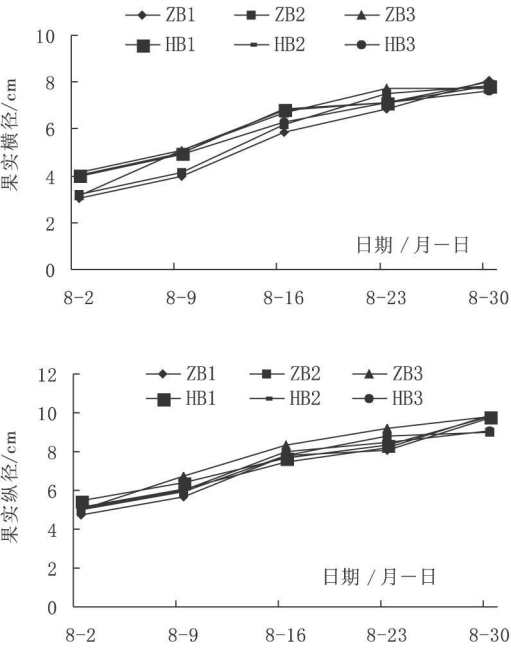


图 1 不同定植密度对甜瓜果实膨大速度的影响

表 1 不同定植密度对甜瓜功能叶片叶绿素含量的影响

品种	时期	叶绿素 a / mg · g <sup>-1</sup>			叶绿素 b / mg · g <sup>-1</sup>			叶绿素(a+b) / mg · g <sup>-1</sup>		
		B1	B2	B3	B1	B2	B3	B1	B2	B3
真甜王	苗期	1.654	1.638	1.649	0.516	0.512	0.498	2.170	2.150	2.147
	抽蔓期	0.976	0.903	0.899	0.334	0.331	0.322	1.310	1.234	1.221
	结果期	1.398	1.382	1.376	0.452	0.440	0.423	1.850	1.822	1.799
红城 5 号	苗期	1.585	1.563	1.572	0.481	0.462	0.475	2.066	2.025	2.047
	抽蔓期	0.888	0.864	0.876	0.312	0.291	0.309	1.200	1.155	1.185
	结果期	0.976	0.968	0.970	0.344	0.324	0.336	1.320	1.292	1.306

2.2 不同定植密度对叶绿素含量的影响

不同甜瓜品种在不同定植密度下, 叶片中叶绿素含量在不同生育时期发生着显著的变化(表 1)。无论哪个品种, 在密度相同的情况下, 叶片中叶绿素含量均是苗期>结果期>抽蔓期; 无论在哪个生育时期和定植密度下, 品种“真甜王”叶片中叶绿素含量的绝对值均大于品种“红城 5 号”。同时, 随着株距的增加, 品种“真甜王”叶片中叶绿素含量变化趋势为高→低→低, 而品种“红城 5 号”叶片中叶绿素含量趋势为高→低→高。

2.3 不同定植密度对净光合速率的影响

于结果期选择晴天的中午(11:00~12:00), 每处理中在相同位置选取有代表性的功能叶片, 测定其净光合速率, 3 次重复。测定结果为: ZB2 的净光合速率最高, 为 CO<sub>2</sub> 34.95 mg dm<sup>-2</sup> h<sup>-1</sup>, ZB3 次之, 为 CO<sub>2</sub> 33.80 mg dm<sup>-2</sup> h<sup>-1</sup>, HB3 最低, 为 CO<sub>2</sub> 29.57 mg dm<sup>-2</sup> h<sup>-1</sup>。Z 和

B 之间在密度相同的情况下净光合速率存在明显差异, ZB1 比 HB1 高 12.0%, ZB2 比 HB2 高 6.0%, ZB3 比 HB3 高 14.3%, 均达到了显著性差异。2 个品种均在株距 B2 时净光合速率最高, 在株距 B1 和 B3 时, ZB1 和 ZB3, HB1 和 HB3 之间净光合速率差异不显著。说明只有在合适的种植密度下, 甜瓜的净光合速率才能达到最大。

2.4 不同定植密度对不同甜瓜 F<sub>o</sub>、F<sub>m</sub> 和 F<sub>v</sub> 荧光参数的影响

F<sub>o</sub> 表示 PSII 反应中心全部开放即原初电子受体(QA)全部氧化时的荧光水平, PSII 天线色素的热耗散常导致 F<sub>o</sub> 降低, 而 PSII 反应中心的破坏或可逆失活则引起 F<sub>o</sub> 的增加, 因此可根据 F<sub>o</sub> 的变化推测反应中心的状况和可能的光保护机制。F<sub>v</sub>=F<sub>m</sub>-F<sub>o</sub>, 反映 QA 的还原情况<sup>[4]</sup>。F<sub>m</sub> 为最大荧光产量, 是 PSII 反应中心处于

完全关闭时的荧光产量,可反映通过 PSII的电子传递情况<sup>[9]</sup>。由表 2 中可知,在行距一定的情况下,随着株距的增加,  $F_o$  都有所降低,表明株距增加,不会使 PSII反应中心受到破坏,但株距增加到一定程度,  $F_o$  的降低并不显著, ZB3 只比 ZB2 降低 1%, HB3 只比 HB1 降低 0.6%,说明只有在适宜的密度下,才有利于甜瓜及时有效地利用光能。从测定的  $F_v$ 、 $F_m$  数据看,两者的变化趋势基本一致,在行距一定的情况下,加大株距,可引起  $F_v$ 、 $F_m$  的增加,这说明适当加大株距,有助于提高 QA 的还原能力,增强 PSII的结构和功能,但不是株距增加越大, QA 的还原能力越强,这与  $F_o$  的降低相一致。2 个品种之间表现出一定的差异,品种“真甜王”对光能的利用强于品种“红城 5 号”。

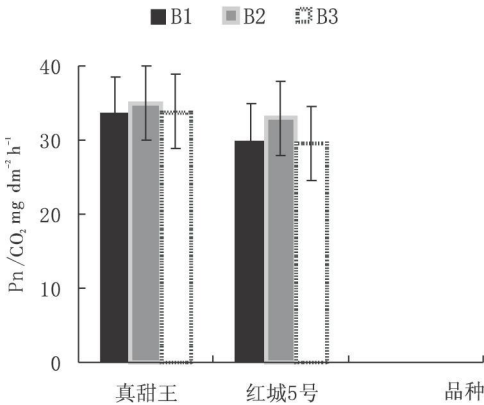


图 2 不同密度下甜瓜品种净光合速率比较

表 2 不同密度对不同甜瓜品种  $F_o$ 、 $F_v$  和  $F_m$  的影响

处理	$F_o$	$F_m$	$F_v$
ZB1	8 669.5	22 725.0	15 816.3
ZB2	8 243.0	23 694.0	18 483.0
ZB3	8 156.9	22 925.0	17 986.1
HB1	8 048.8	24 949.2	16 900.4
HB2	7 735.0	26 936.0	18 867.0
HB3	7 689.0	26 527.0	18 792.0

2.5 不同定植密度对甜瓜叶片  $F_v/F_m$  和  $F_v/F_o$  影响

荧光参数  $F_v/F_m$  能反映 PSII原初光能转化效率,非环境胁迫条件下该参数极少变化,不受物种和生长条件的影响,但光抑制下叶片荧光参数会发生明显变化,是反映光抑制程度的良好指标和探针,  $F_v/F_o$  表示光反应中心 PSII的潜在活性<sup>[6]</sup>。由表 3 可知,  $F_v/F_m$  和  $F_v/F_o$  的变化趋势基本一致,在行距一定的情况下,加大株距,可引起两者的增加,说明适当加大株距,增强了 PSII 的原初光能转化效率,维持了较高的 PSI潜在活性,这与  $F_o$  的降低,  $F_v$  和  $F_m$  的增加是一致的。但品种“真甜王”增加的幅度大于品种“红城 5 号”。

2.6 不同定植密度对甜瓜产量和品质的影响

由表 4 可知,随着株距的增加,2 个品种的平均单瓜

重呈增加趋势,说明增加株距有利于单瓜重的增加。在产量方面,品种“真甜王”在株距 B2 时达到最大, 667 m<sup>2</sup> 产量达 933.8 kg,在所有处理中最高,与其他处理达显著性差异。随着株距的增加,2 个品种的产量表现了相同的趋势,即在株距 B2 最高,株距 B3 时最低。

表 3 不同密度对不同甜瓜品种  $F_v/F_m$  和  $F_v/F_o$  的影响

处理	$F_v/F_m$	$F_v/F_o$
ZB1	0.654	1.961
ZB2	0.721	2.566
ZB3	0.698	2.098
HB1	0.676	2.113
HB2	0.708	2.338
HB3	0.685	2.178

表 4 表明,果肉的折光糖含量随着株距的增大,有上升的趋势,2 个品种在株距 B2 时均最大,说明适当增加株距可提高薄皮甜瓜的果肉折光糖度,有利于甜瓜风味品质的提高,但过分加大株距效果不明显。

表 4 不同密度对不同甜瓜产量和品质的影响

处理	小区面积 / m <sup>2</sup>	平均单瓜重 / g	小区平均产量 / kg	折合 667m <sup>2</sup> 产量	折光糖 / %
ZB1	24	235.47	24.00	667.00c	9.67
ZB2	24	243.00	33.60	933.80a	14.33
ZB3	24	250.95	18.13	503.86e	11.67
HB1	24	216.67	20.80	578.07d	11.00
HB2	24	227.59	27.43	762.33b	12.35
HB3	24	236.00	17.60	489.13f	11.83

注:邓肯氏新复极差测验,不同小写字母为差异达显著水平( $p=0.05$ )。

3 讨论和结论

定植密度是影响许多作物生长发育和产量的重要因子之一<sup>[7,8]</sup>。马克奇等人<sup>[9]</sup>认为日光温室和塑料大棚内,甜瓜宜进行搭架栽培,易提高果实产量,改善外观品质,并且得出在果实发育期光照条件较差的地区和季节,单蔓整枝适宜的定植密度为:大果型品种 22 500 ~ 25 500 株/hm<sup>2</sup>,小果型品种 27 500 ~ 30 000 株/hm<sup>2</sup>;在光照条件好的地区和季节,则适宜的定植密度为大果型品种 30 000 ~ 33 000 株/hm<sup>2</sup>,小果型品种可增大到 33 000 株/hm<sup>2</sup>以上。任瑞星等<sup>[10]</sup>研究得出,在长江中下游地区栽培状元、黄蛋子等厚皮甜瓜,采用单蔓整枝,大约 30 000 株/hm<sup>2</sup>较适宜。可见,不同的地区、不同的甜瓜品种及不同的栽培时期,甜瓜田间适宜的定植密度均不相同。

Kultur 等<sup>[11]</sup>在网纹甜瓜上的试验表明,株行距较大的处理较株行距较小的处理有利于提高单株产量和平均单果重;而每公顷的产量和果实总数量则低于后者。Maynard 等<sup>[12]</sup>也得出随着株行距的增加,甜瓜单株产量、坐果率、单果重、可溶性固形物的含量也随之提高。

试验表明,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,商品性差;栽植过稀单

果重虽大,但总产量不高。在试验中甜瓜实行双蔓整枝,适宜的定植密度为 25 000 株/hm<sup>2</sup>。

叶绿素荧光动力学技术在测定叶片光合作用过程中光系统对光能的吸收、传递、耗散、分配等方面具有独特的作用,与“表观性”的气体交换指标相比,叶绿素荧光参数更具有反映“内在性”特点,被称为测定叶片光合功能快速、无损伤的探针,因而在作物各种抗性生理、作物育种、植物生态中得到不同程度的应用,显示出多方面的应用前景<sup>[13]</sup>。

试验结果表明,在雨养旱作情况下,适度的增加株距,有利于提高 PSII 反应中心开放部分的比例,将更多的光能用于推动光合电子传递,从而提高光合电子传递能力,同时非光化学能量耗散的提高,有助于耗散过剩的激发能,以保护光合机构,缓解环境对光合作用的影响,促进光合产物向果实运输,最终产量并不降低。许大全<sup>[14]</sup>等认为 F<sub>o</sub> 的减少表明天然色素的热耗散增加, F<sub>o</sub> 增加表明 PSII 反应中心不易逆转的破坏,而热耗散是消耗过剩光能的重要途径,可保护光合机构免受光破坏。试验中叶绿素含量、净光合速率和荧光参数等数据也表明在冀西北坝上地区甜瓜生产中,适当增加株距,可以增加叶片热耗散的能力,在一定程度上保护了光合机构,促进了光合作用,进而有利于产量的提高,但过分加大株距效果不明显。研究是在露地进行的薄皮甜瓜春茬栽培,并采用行距不变、株距增加以及双蔓整枝方式所得的试验结果,而对于不同茬口栽培、不同株行距和不同整枝方式条件下适宜于甜瓜定植的密度还有待于进一步的研究。

## 参考文献

- [1] 王霞霞. 土壤干旱对不同生态型甜瓜(*Cucumis melon* L.) 生理生化特性及生长发育的影响[D]. 甘肃农业大学硕士学位论文, 2004.
- [2] 王坚. 西瓜甜瓜在农业生产结构调整与西部大开发中的地位和作用[J]. 中国西瓜甜瓜, 2000(3): 12-14.
- [3] 张政宪. 植物叶绿素含量测定—丙酮乙醇混合法[J]. 辽宁农业科学, 1986, 21(3): 26-28.
- [4] 冯胜利, 马富裕, 方志刚, 等. 土壤水分对新疆加工番茄叶绿素荧光参数日变化的影响[J]. 华北农学报, 2007, 22(5): 71-75.
- [5] 张守仁. 叶绿素荧光动力学参数的意义及讨论[J]. 植物学通报, 1999, 16(4): 444-448.
- [6] 赵丽英, 邓西平, 山仑. 不同水分处理下冬小麦旗叶叶绿素荧光参数的变化研究[J]. 中国生态农业学报, 2007, 15(1): 63-66.
- [7] 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.
- [8] 龚亚菊, 杨敬杰. 不同栽培密度对水培黄瓜产量的影响[J]. 蔬菜, 2000(3): 33-34.
- [9] 马克奇, 陈年来, 王鸣. 甜瓜优质栽培理论与实践[M]. 北京: 中国农业出版社, 2001.
- [10] 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.
- [11] Kultur F, Harrison H C, Staub J E. Spacing and genotype affect fruit sugar concentration, yield and fruit size of muskmelons[J]. Hort Science, 2001, 36(2): 274-278.
- [12] Maynard E T, Scott W D. Plant spacing affects yield of 'superstar' muskmelon[J]. Hort Science, 1998, 33: 52-54.
- [13] 赵会杰, 邹琦, 于振文. 叶绿素荧光分析技术及其在植物光合机理研究中的应用[J]. 河南农业大学学报, 2000, 34(3): 248-251.
- [14] 许大全, 张玉忠, 张荣铎. 植物光合作用的光抑制[J]. 植物生理学通讯, 1992, 28(4): 23-24.

## The Effect of Different Planting Density on Quality and Yield of Pellicle Melon

HUANG Wei<sup>1</sup>, ZHANG Jun-hua<sup>1</sup>, CHEN Jian-xin<sup>1</sup>, ZHANG Li-feng<sup>2</sup>

(1. Department of Horticulture, Hebei North University, Xuanhua, Hebei 075131, China; 2. College of Agronomy, Hebei Agricultural University, Baoding, Hebei 071001, China)

**Abstract:** Zhentianwang and Hongcheng 5 of pellicle melons were used as experimental materials. Two vane pruning way was adopted. Row spacing was 1.0 m, spacing of plant had three levels; B1(0.35 m), B2(0.40 m) and B3(0.45 m). The effect of different planting density on photosynthetic characteristic and development and yield and refraction sugar content of pellicle melon were studied. The results indicated that fruit enlarging rate of melon could be promoted and refraction sugar content was increased as row spacing was fixed and spacing of plant was increased. When row spacing was fixed and spacing of plant was increased properly, F<sub>o</sub> was decreased, F<sub>v</sub> and F<sub>m</sub> and F<sub>v</sub>/F<sub>m</sub> and F<sub>v</sub>/F<sub>o</sub> were increased, the net photosynthetic rate and yield were increased, but it had no remarkable effect if spacing of plant was increased fulsomely.

**Key words:** Planting density; Pellicle melon; Photosynthetic characteristic; Yield; Refraction sugar content