

不同种植密度对番茄长势、果实品质及产量的影响

雷喜红, 李新旭, 王铁臣, 徐 进, 李红岭

(北京市农业技术推广站, 北京 100029)

摘 要:以红果形番茄品种“佳丽 14”为试材,在质量比为 2:1:1 的草炭、蛭石、珍珠岩混合基质条件下,研究了 2.5、2.7、2.9、4.2 株/m² 不同种植密度对番茄植株长势、物候期、果实品质及产量的影响,以期筛选适宜日光温室无土栽培的番茄种植密度。结果表明:同等灌溉条件下,2:1:1 混合基质上 2.5~4.2 株/m² 栽培密度处理单位面积产量无显著差异,但随着密度的增加,单株平均每穗果坐果数减少,果径减小,灰霉病发病率增加,物候期推迟,维生素 C 含量降低。北京地区日光温室采用质量比为 2:1:1 的草炭、蛭石、珍珠岩混合基质栽培番茄适宜的密度为 2.7~2.9 株/m²。

关键词:密度;番茄;果实品质;产量

中图分类号:S 641.204⁺.6 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)07-0030-04

近年来,无土栽培在我国蔬菜保护地栽培中逐渐发展起来^[1]。利用无土栽培,可有效克服土传病害和连作障碍,减少农药用量,节水省工,提高单位面积产量,甚至可以在不适宜耕作或倒茬的设施内实现周年种植,与土壤栽培有明显的比较优势^[2]。合理密植又是蔬菜高产、优质的基础。研究表明适宜的栽培密度既能使植物充分利用光、温、水、气、肥等外在条件,又能提高其产量,改进品质。对于多次采收的茄果类蔬菜,增加密度可明显增加前期产量。但合理密植往往受多种因素的影响,如肥水管理、栽培技术、环境条件等^[3]。目前国内针对设施蔬菜栽培密度的研究主要集中在土壤栽培条件下进行,而针对日光温室基质栽培的适宜种植密度尚不明确。荷兰无土栽培番茄普遍采用 2.0~2.5 株/m² 的密度获得 60~80 kg/m² 的高产,北京地区较荷兰相比,前者拥有较充足的光照条件^[4],适当调整种植密度将有利于植株对光照资源的充分利用,增加单位面积产量^[5]。

现结合北京地区栽培环境特点,以红果形番茄品种“佳丽 14”为试材,在相同基质条件下研究了不同栽培密度处理对番茄产量形成和品质的影响,以期确定一个适宜的栽培密度,为大面积无土栽培生产提供理论依据。

第一作者简介:雷喜红(1981-),男,湖北武汉人,博士,高级农艺师,现主要从事蔬菜栽培技术的研究与推广等工作。E-mail:leixihong@126.com

收稿日期:2014-11-25

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地点为北京市顺义区木林镇北京绿富农果蔬产销专业合作社基地日光温室,温室长 55 m,跨度 13.5 m,脊高 4.2 m,棚膜为 1 mm 日本“明净华”牌高透光率 PO 膜。

1.2 试验材料

供试材料为红果形番茄品种“佳丽 14”,由圣尼斯种业公司生产,2012 年 8 月 6 日播种,采用营养钵(8 cm×8 cm)草炭基质育苗,9 月 16 日定植,2013 年 7 月 10 日拉秧。

1.3 试验方法

试验设置 2.7、2.9、4.2 株/m² 3 种不同的栽培密度处理,每个处理 3 次重复,以 2.5 株/m² 处理为对照(CK),共 12 个小区,小区长 7 m,宽 2.2 m,面积 15.4 m²。不同处理植株行距均为 140 cm,株距随密度增加而减小。定植时将幼苗以不同密度定植于草炭:蛭石:珍珠岩=2:1:1 的基质中,根据密度安排滴箭数量,保证每株供液量一致。营养液(配方见表 1)、设备、灌溉方案及其它农事操作与基质筛选试验相同。

1.4 项目测定

1.4.1 番茄生长指标测定 番茄定植后,在不同基质处理小区各选取长势基本一致的 10 株进行标记,自 2012 年 9 月 20 日起对其生长发育状况进行测量,每 10 d 测定 1 次。株高:采用米尺和钢卷尺测量植株根基部至生长点的自然高度;茎粗:用游标卡尺测量第一花序下 1 cm 处茎粗;叶片数:记录叶片长度大于 5 cm 的叶片数

表 1

营养液配方

g

	化合物	定植-第3穗果	第3穗果-第12穗果	第12穗果-拉秧
A 液	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	5 900	5 900	5 900
	KNO_3	1 670	1 670	1 670
	NH_4NO_3	400	400	400
	$\text{Fe}(\text{DP})$	200~400	200~400	200~400
	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	2 100	3 070	2 100
	KNO_3	3 380	3 380	3 380
	K_2SO_4	870	1 740	1 740
	KCl	—	740	—
B 液	H_3BO_3	30	30	30
	$\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	22	22	22
	$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	2.2	2.2	2.2
	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	1	1	1
	$(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	0.5	0.5	0.5
	H_3PO_4	250	250	250
C 液	适宜的 pH 值	6.0(5.5~6.5)	6.0(5.5~6.5)	6.0(5.5~6.5)
	适宜的 EC 值	2.5	2.6~3.0	2.6

注:100 倍母液,100 L 水,北京市农林科学院蔬菜研究中心刘伟提供。

量;节间长:采用米尺测量各花序下第一节位和第二节位叶片叶柄基部间的长度;叶面积指数:植株落蔓高度稳定后,测量标记植株所有叶片的长和宽,用叶面积计算公式计算植株所有叶片的叶面积,进而计算叶面积指数。叶面积指数(Leaf Area Index, LAI)=叶片总面积/土地面积。叶面积计算参照曲佳等^[6]研究的番茄叶面积计算公式,并根据该试验所用的番茄品种对公式参数进行修正。修正后的叶面积公式为:叶面积=4.5171×长+23.5916×宽-0.0457×长×宽-477.358($R^2=0.8825$,其中叶长为叶基部至叶尖长度;叶宽为叶片小叶间最大叶宽)。

1.4.2 番茄生育期记录 观察记录不同密度处理小区每穗花的开花期、坐果期、膨大期、转色期、成熟期,计算各时期间隔天数。果实完整生长期为单个果实从开花至果实成熟所需的天数。开花时间:每个花序有3朵及以上开花,小区栽培群体内有50%以上的植株均达到此标准。如番茄第一花序开花时间为有50%植株第一花序均有3朵花开的时间。坐果时间:指番茄每穗果的3个以上的雌花果实坐住,果实直径达到1 cm。当小区群体内每穗果(如第1穗、第2穗、第3穗等)有50%果实坐住,即为该穗果的坐果时间;膨大时间:番茄果实大小定型,当小区群体内50%(针对定期观测的番茄果实,最小样本为10个)果实达此标准,为膨大期。转色时间:果实着色程度达50%以上。当小区群体内50%(针对定期观测的番茄果实,最小样本为10个)果实达此标准,为转色期。成熟时间:果实着色程度达80%以上。当小区群体内50%(针对定期观测的番茄果实,最小样本为10个)果实达此标准,为成熟期。

1.4.3 番茄品质和产量测定 选取各密度处理番茄第4~5穗成熟果实进行果实品质分析,3次重复。番茄产量分别按不同密度小区进行测定,记录定点测量植株每

次采收时商品果重量并换算成每平方米的单位产量,同时记录各标记植株的采果穗数、每穗果的果实大小(横径、纵径)和坐果数。果形指数为果实纵径与横径的比值。可溶性固形物含量测定采用手持折射仪(糖量计);有机酸含量测定采用NaOH中和滴定法;维生素C含量测定采用2,6-二氯酚酚滴定法。

1.4.4 植株发病率和死亡率统计 2012年12月至2013年2月,每7 d调查供试小区的植株发病率和死亡率,样本数为每个处理10株,植株上任意部位发生灰霉病记为发病,植株枯萎死亡记为死亡。

1.5 数据分析

试验数据采用SAS软件进行方差分析,采用Duncan's新复极差法($P<0.05$)进行显著性检验。

2 结果与分析

2.1 不同密度对植株生长和叶面积指数的影响

从表2可以看出,种植密度4.2株/ m^2 处理株高显著高于其它处理;植株茎粗表现出随密度的增加而减小的趋势,其中4.2株/ m^2 处理的茎粗显著小于其它处理;植株节间长也表现为随密度的增加而增长的趋势,4.2株/ m^2 处理的节间长显著大于其它处理;2.5~2.9株/ m^2 低密度处理叶片数显著高于4.2株/ m^2 高密度处理。

表 2 不同密度对番茄植株长势的影响

种植密度 (株· m^{-2})	株高 /cm	茎粗 /cm	节间长 /cm	累计叶片数 /片	叶面积 指数
2.5(CK)	442.00b	1.23a	8.13b	68.20a	2.70d
2.7	440.00b	1.22ab	8.12b	68.20a	3.72bc
2.9	446.00b	1.19ab	8.21b	68.00a	3.98b
4.2	455.00a	1.09c	10.66a	66.80b	4.87a

随着密度增加,叶面积指数显著增加,群体的郁闭性增强,透光性降低,可能导致植株生长受限和病害增加;另一方面,受基质袋容积和基质持水性能限制,随着

密度的增加,可能导致单株植株养分供应不足,植株长势偏弱。

2.2 不同密度对番茄物候期、产量及果实品质的影响

由表 3 和表 4 可知,不同栽培密度处理单位面积番茄产量无显著差异,主要原因是随着密度增加,植株平均每穗果坐果数减少,果实果径减小,特别是 4.2 株/ m^2 处理果实显著小于其它密度处理,平均单果重显著降低,并且物候期显著推迟,采收滞后,开花到坐果的时间比对照(2.5 株/ m^2)晚 1 d,膨大期比对照晚 1.9 d,采收期晚 3.9 d。诸多研究表明,有效积温是影响物候期的主要因素,该研究中,供试小区积温和单位面积光照基本一致,但随着栽培密度的增加,单位面积内单株番茄光照减少,这可能是导致高密栽培物候期推迟的主要原因。

表 3 不同密度对番茄果实生长期的影响

种植密度/(株· m^{-2})	开花-坐果	膨大期	转色期	全生育期
2.5(CK)	7.50b	44.60b	8.20c	60.30c
2.7	7.50b	44.80b	8.60b	60.90bc
2.9	7.50b	45.30b	8.60b	61.40b
4.2	8.50a	46.50a	9.20a	64.20a

表 4 不同密度对番茄果形指数、单果质量和产量的影响

种植密度/(株· m^{-2})	果实纵径/cm	果实横径/cm	果形指数	单果质量/g	平均每穗坐果数	单位面积产量/($\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$)
2.5(CK)	5.36a	7.45a	0.72a	155.00a	3.50a	15.80a
2.7	5.42a	7.42a	0.73a	145.00b	3.30ab	15.70a
2.9	5.42a	7.40a	0.73a	142.00b	3.00b	16.20a
4.2	4.18b	5.72b	0.73a	132.00c	2.60c	16.70a

从表 5 果实品质测定结果可以看出,不同种植密度处理果实可溶性固形物含量、有机酸含量、糖酸比无显著差异;2.9、4.2 株/ m^2 处理果实维生素 C 含量显著低于对照。

表 5 不同密度对番茄果实品质的影响

种植密度/(株· m^{-2})	可溶性固形物含量/%	有机酸含量/%	糖酸比	维生素 C 含量/($\text{mg} \cdot (100\text{g})^{-1}$)
2.5(CK)	6.41a	0.74a	7.38a	65.08a
2.7	6.45a	0.72a	7.35a	62.30ab
2.9	6.39a	0.75a	7.33a	57.43b
4.2	6.44a	0.73a	7.34a	57.39b

2.3 不同密度对番茄灰霉病发病率的影响

入冬后,温室气温逐渐降低,湿度增大,导致不同程度的灰霉病发生。由表 6 可知,灰霉病发病率随密度增加呈现增高趋势,4.2 株/ m^2 灰霉病发病率显著高于对照(2.5 株/ m^2)及其它处理,而其它处理与对照无显著差异。可能是由于高密度种植导致植株间通风透气不足,局部湿度较大,诱导灰霉病发生。

表 6 不同密度对番茄灰霉病发生的影响
(2012 年 12 月至 2013 年 2 月)

种植密度/(株· m^{-2})	灰霉病发病率/%	灰霉病植株死亡率/%
2.5(CK)	20.40b	10.30c
2.7	22.50b	13.40bc
2.9	23.20b	18.70b
4.2	29.50a	25.30a

3 结论与讨论

合理密植是蔬菜高产、优质的基础,生产上常用叶面积指数(LAI)作为一个衡量密度是否合理、作物群体发育是否正常的指标。当 LAI 过小时,随其增加,光合产量增加;当 LAI 过大时,则叶片太密而群体郁闭,植株下部叶片不能正常进行光合作用,通风不良,呼吸消耗增加,也易引起病害,不利于增产^[7-9]。茄果类蔬菜最适宜的叶面积指数 3~4^[10],该试验处理 2.5~2.9 株/ m^2 叶面积指数均在适宜范围内,而 4.2 株/ m^2 处理叶面积指数则过高,不利于健康栽培和高产。该试验中,4 种栽培密度处理单位面积产量无显著差异,但 4.2 株/ m^2 高密度处理表现出明显的徒长趋势;随着密度的增加,叶面积指数增加,植株平均每穗果坐果数减少,果实果径减小,灰霉病发病率增加,且物候期推迟,采收滞后,维生素 C 含量降低,这与李新旭等^[11]在连栋温室番茄岩棉栽培中的研究结果一致。

该试验结果表明,在高密度栽培条件下,番茄果实果径较小,商品性降低,不适合推广应用。实际生产中,由于省力化配套设施和工人技术水平的限制,高密度栽培增大了工作量,可能导致生产管理滞后,延误整枝落蔓等农事操作,影响产量;低密度虽能使植株较好的生长,但在实际销售过程中,也出现部分果实较大难以合理包装的情况,同样商品性不高。综合试验结果,北京地区日光温室番茄采用草炭:蛭石:珍珠岩=2:1:1 基质生产的适宜密度为 2.7~2.9 株/ m^2 。

参考文献

- [1] 刘伟,余宏军,蒋卫杰,等.我国蔬菜无土栽培基质研究与应用进展[J].中国生态农业学报,2006,14(3):4-7.
- [2] 李式军,高丽红,庄仲连.我国无土栽培研究新技术新成果及发展动向[J].长江蔬菜,1997(5):1-5.
- [3] 王强,王浩,闫鹏,等.不同密度和果穗数对日光温室番茄冠层光合及产量的影响[J].北方园艺,2011(15):84-87.
- [4] 李晔,孙周平,李天来.基于光热资源的中国北方地区设施园艺发展分析[J].农业工程技术(温室园艺),2007(6):13-15.
- [5] Saglam N, Yazgan A, Fernandez-Munoz R, et al. The effects of planting density and the number of trusses per plant on earliness, yield and quality of tomato grown under unheated high plastic tunnel[J]. Acta Horticulturae Sinica, 1995, 412: 258-267.
- [6] 曲佳,须晖,王蕊,等.基于叶长和叶宽的番茄叶面积简易测算方法的研究[C].中国园艺学会 2010 年学术年会论文集,2010.

DOI:10.11937/bfyy.201507010

八个酿酒葡萄品种抗寒性比较

张兆铭, 史星云, 牟德生, 郭艳兰, 李 强

(甘肃省武威市林业科学研究院, 甘肃 武威 733000)

摘 要:以 8 个酿酒葡萄品种的一年生枝条为试材,测定不同低温胁迫下葡萄枝条电导率和可溶性糖含量 2 个指标,并进行抗寒性分析。结果表明:随着处理温度的降低,各品种枝条的相对电导率、可溶性糖含量逐渐升高,递增的速度和幅度存在一定差异,且递增幅度大小与抗寒性强弱一致;根据相对电导率、可溶性糖含量增幅大小不同可知,“威代尔”、“黑比诺”、“赤霞珠”和“霞多丽”抗寒性较强,“梅鹿辄”和“品丽珠”抗寒性较弱,其它品种抗寒性居中。

关键词:酿酒葡萄;抗寒性;电导率;可溶性糖

中图分类号:S 663.103.4 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2015)07-0033-03

武威市位于河西走廊东端,该区域干旱少雨、光照充足、无工业污染,气候与环境条件非常适宜酿酒葡萄的发展,也是中国生产优质酿酒葡萄原材料的绝佳产地。但冬天严寒的气候,需埋土御寒才能越冬,增加了生产成本,同时也不利于葡萄品质和产量的提高^[1],严

重制约着酿酒葡萄产业的可持续发展。

该试验以现阶段武威市 8 个主要酿酒葡萄品种为试材,测定其相对电导率和可溶性糖含量 2 个指标,研究葡萄枝条在低温胁迫下相对电导率和可溶性糖含量的变化规律及其与抗寒性的关系,比较、分析各品种的抗寒性,以期为甘肃武威地区筛选葡萄抗寒种质资源、抗寒品种选育和抗寒栽培提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验在武威市林业高新技术示范园区内进行。该区地处河西走廊东段,地理坐标为东经 102°43′、北纬

第一作者简介:张兆铭(1977-),男,甘肃武威人,本科,工程师,研究方向葡萄栽培技术。E-mail:shixingyunlove@163.com.

基金项目:甘肃省科技支撑资助项目(1304NKCH152);甘肃省林果产业科技创新资助项目。

收稿日期:2014-11-19

[7] 武维华.植物生理学[M].北京:科学出版社,2008:187-189.

[8] 王希群,马履一,贾忠奎,等.叶面积指数的研究和应用进展[J].生态杂志,2005(5):537-541.

[9] 惠凤鸣,田庆久,金震宇,等.植被指数与叶面积指数关系研究及定

量化分析[J].遥感信息,2003(2):10-13.

[10] 张振贤.高级蔬菜生理学[M].北京:中国农业大学出版社,2008:31.

[11] 李新旭,雷喜红,李斯更.种植密度对连栋温室岩棉栽培番茄产量形成的影响[J].华北农学报,2012,27(7):30-35.

Effect of Planting Density on Development, Fruit Quality and Yield of Tomato

LEI Xi-hong, LI Xin-xu, WANG Tie-chen, XU Jin, LI Hong-ling

(Beijing Agricultural Technology Extension Station, Beijing 100029)

Abstract: Taking ‘Jiali 14’ tomato as material which was a red fruit variety, the effect of different planting densities (2.5, 2.7, 2.9 and 4.2 plants/m²) were planted in the mixed-substrate (peat : vermiculite : perlite = Wt 2 : Wt 1 : Wt 1 = 2 : 1 : 1) in green house and the development of plant, growth period, fruit quality, and the yield of tomato were examined under the same irrigation condition. The results showed that there were no significant differences in yield for 2.5, 2.7, 2.9, 4.2 plants/m². But the fruit setting and diameter of fruit of each truss decreased, while *Botrytis cinerea* increased, growth period were delayed and the content of vitamin C were decreased. This experiment suggested that the best density for tomato planting in mixed-substrate was 2.7—2.9 plants/m² in green house in Beijing.

Keywords: density; tomato; fruit quality; yield