

不同温度对温室番茄生长发育及产量的影响^{*}

赵玉萍, 邹志荣^{*}, 白鹏威, 任 雷, 李鹏飞

(西北农林科技大学 园艺学院, 陕西杨凌 712100)

摘 要: 以“金鹏一号”为试验材料,研究了西北地区日光温室在不同温度下栽培冬春茬番茄对成株期生长及产量的影响。结果表明,随温度的升高,番茄的株高、茎粗和植株相对生长速率显著提高,但在(25±3)℃和(33±3)℃下处理 50 天时,株高、茎粗的相对生长速率极显著低于自然温度(20±3)℃处理,而植株相对生长速率在处理 40 天时,就极显著低于自然温度处理,说明番茄短期处于亚高温处理下,植株会加快生长,但长期处于亚高温处理下,番茄会出现早衰现象;不同的温度处理表明,温度越高番茄果实前期发育越快,成熟期越提前,平均单果质量下降,总产量显著降低。

关键词: 番茄;温度;生长;产量;影响

中图分类号:S641.2

文献标识码:A

文章编号:1004-1389(2010)02-0133-05

Effect of Different Temperature on the Growth
and Yield of Tomato in Greenhouse

ZHAO Yuping, ZOU Zhirong^{*} BAI Pengwei ,REN Lei and LI Pengfei

(College of Horticulture ,Northwest A&F University, Yangling Shaanxi 712100,China)

Abstract: This test uses "Jingpeng One" as material, studying different temperature condition's effect on the growth and production of the adult tomatoes cultivated in the Northwest greenhouses. With the temperature increases, the tomatoes' plant height, stem diameter and plant relative growth rate significantly increase, but (25±3)℃ and(33±3)℃ 50 days later, the relative growth rate of the plant height and stem diameter are significantly lower than the natural temperature (20±3)℃ processing, and plant relative growth rate in dealing with 40 days, is significantly lower than most to deal with the natural temperature which indicates that the growth of plants will speed up in the short-term high temperature treatment, but in the long-term high temperature treatment, the tomato will appear pre-mature phenomenon; At the same time as dealing with different temperatures, the higher the temperature the faster development of tomato early phase, the earlier of the tomatoes' mature stage, average weight and the output decreased significantly.

Key words: Tomato; Temperature; Growth;Yield; Impact

番茄是我国各地设施栽培的主要蔬菜作物之一,是典型的喜温蔬菜,设施生产中温度是影响其生长发育的重要因子之一,因此在温室和大棚等设施的番茄生产中调控温度是确保其获得高产和优质的一个重要措施^[1-3]。以往人们更多关注夏

季的栽培,而对冬春茬和秋冬茬的番茄关注不够,认为冬春茬和秋冬茬温度不好控制,温室和大棚等设施内基本达不到番茄生长发育适宜温度,同时还由于人们一直认为只要温度不超过番茄生长发育适宜温度上限 33~35℃,就不会对番茄生长

^{*} 收稿日期:2009-09-14 修回日期:2009-09-30

基金项目:国家“十一五”科技支撑项目(2007BAD79B04)。

作者简介:赵玉萍(1982—),女,在读硕士,专业方向为设施园艺。E-mail:zhaoyuping0993@yahoo.com.cn

^{*} 通讯作者:邹志荣,男,教授,博士生导师。E-mail:zouzhirong2005@163.com

发育有很大影响^[4]。

近年来,有关日光温室蔬菜高温逆境的研究多集中在苗期和短期极端高温方面^[5],有些研究只是针对苗期的低温和高温,据报道,加温对成株期和苗期的番茄鉴定指标存在一定差异^[6]。斋藤隆等研究表明,高温不但影响番茄生长发育,而且使成熟果变小。高温对番茄生长发育的影响有一些研究,但有关报道多为适应温差较小地区或季节的高昼温与高夜温的试验研究^[7],而适应温差较大的西北地区温室环境长期高昼温与适宜夜温的成株期番茄的研究目前尚未见报道。因此,本研究结合西北地区日光温室番茄生产实际,在常规管理条件下,在不超过番茄生长的高温范围内,通过定时加温和通风,研究冬春茬西北地区温度对温室番茄生长发育的影响,旨在为西北地区日光温室番茄精准化管理,提高温室番茄经济效益提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

番茄品种:金棚 1 号。

1.2 处理方法

2009 年 12 月下旬播种,营养钵基质育苗,2 月 20 日植株长至 4~5 片真叶时定植,盆栽,330 cm×220 cm,每盆一株,共种植 270 株,栽培基质 $m(\text{土}):m(\text{牛粪}):m(\text{草炭})=5:3:2$,并加入复合肥。定植后分别栽于日光温室(分 3 个隔间,3 隔间温度不同,各隔间之间密封,温度不会相互影响),常规管理,3~5 d 浇一次水,定植后至 4 月初采用热风炉加温,之后控制通风量,具体处理如下:

温度处理:T1. 自然温度;T2. 前期用一台热风炉加热,每日清晨傍晚加温,加温时间约 5 h,保证日平均温度比自然温度高 3~5℃,后期通过控制通风量,保证日平均温度比自然温度高 3~5℃;T3. 用 2 台热风炉加热,前期每日清晨傍晚加温,加温时间约 5 h,保证日平均温度比自然温度高 8~10℃,后期通过控制通风量,保证日平均温度比自然温度高 8~10℃。

1.3 测定项目及方法

1.3.1 温度的测定 每个温室的温度均由 PDE-R4 温度数据记录仪(精度±0.3℃)测定测点安置在温室东西山墙的中间,分 4 个探测点,每 0.5 h 记录一次温度数据。

1.3.2 植株生长的测定 不同温度处理下,分别

于 10、20、30、40、50 天时,测定株高、茎粗,计算株高和茎粗相对生长速率^[9]。将植株从花盆中连同土壤和根系完整取出,用水冲洗干净,将植株分解,分别测定根、茎、叶的鲜质量,然后于烘箱中烘干称干质量^[8-10]。计算植株相对生长速率及根冠比^[9]。各处理分别取 3 株,单株测定,作为 3 次重复。株高相对生长速率计算公式为:

$$V_1 = (\ln L_2 - \ln L_1) / (D_2 - D_1) \quad (1)$$

式中, V_1 为株高相对生长率, L_1 、 L_2 为 2 次测定的株高。 D_1 、 D_2 为处理天数。

茎粗相对生长速率计算公式为:

$$V_2 = (\ln C_2 - \ln C_1) / (D_2 - D_1) \quad (2)$$

式中, V_2 为茎粗相对生长率, L_1 、 L_2 为 2 次测定的株高。

植株相对生长速率计算公式为:

$$V_s = (\ln W_2 - \ln W_1) / (D_2 - D_1) \quad (3)$$

式中, V_s 为植株相对生长率, W_1 、 W_2 为 2 次测定的植株干质量。

1.3.3 果实成熟时单果质量及产量的测定 果实成熟期分别测定第一、二、三花序各果实单果质量,每处理分别测定 5 株,由单果质量统计产量^[9]。

数据统计分析采用 DPS 统计软件完成,采用 LSD 法进行多重比较,Microsoft Excel 作图。

2 结果与分析

2.1 不同温度处理对温室内日平均温度变化的影响

测定结果表明(图 1),番茄生育期日光温室内 3 个不同温室的日平均温度变化基本一致,各温室之间温度相差 5℃左右。T3 温度最高,其次 T2,T1 最低。2009 年 3—5 月 T1 日平均气温达到 21.6℃,T2 为 26.6℃,T3 为 32.1℃。

2.2 不同温度处理对温室番茄植株生长发育的影响

2.2.1 对温室番茄株高相对生长速率的影响

由表 1 可以看出,温度处理番茄对株高的相对生长率有显著影响。温度处理 10 天后,处理间就出现极显著差异,其中 T3 处理处理区番茄株高相对生长速率可达 0.044,高于自然温度处理 T1 区 61%,而且温度越高,番茄株高相对生长速率越高。在处理 30 天时,T3 处理区番茄株高相对生长速率极显著低于 T1 处理,T2 和 T3 之间无显著差异。处理 50 天后,T1 处理番茄的相对生长速率极显著高于 T3 处理区 56%,但是 T2 和 T3

处理区番茄株高相对生长速率无显著差异。

2.2.2 对温室番茄茎粗相对生长速率的影响

由表 2 可以看出,各处理区番茄茎粗相对生长速率的变化趋势与株高相对生长速率变化基本一致。温度处理 10 天后,T3 处理区茎粗相对生长速率分别高于 T1、T2 处理区 41%、21%,温度越高番茄茎粗相对生长速率越高,T1、T2、T3 处理间差异极显著。处理 30 天时,T1 处理区茎粗相对生长速率极显著高于 T2 和 T3 处理区 27%和 33%,T2 和 T3 处理区茎粗相对生长速率无显著差异。处理 50 天时,T1 处理区番茄茎粗相对生长速率极显著高于 T3 处理区 29%,T2 和 T3 处理差异显著。

2.2.3 对温室番茄植株相对生长速率的影响

由表 3 可以看出,不同温度处理对番茄植株相对生长速率有显著影响。温度处理 10 天后,处理间差异极显著,其中 T3 处理区植株相对生长速率最大,极显著高于 T2 处理区 8.9%,T2 处理区又极显著高于 T1 处理区 67.1%。但是在处理 30 天后,各处理之间无显著性差异。在处理 40 天后,T1 处理区植株相对生长速率极显著高于 T3 处理区 57.9%,T2 处理区植株相对生长速率极显著高于 T3 处理 25%。处理 50 天后,各处理之间无显著差异。

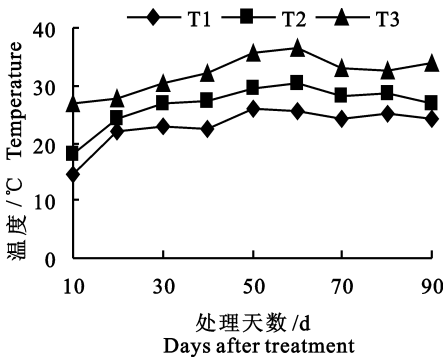


图 1 番茄生育期日光温室内温度变化
Fig. 1 The temperature changes of greenhouse during tomato growth period

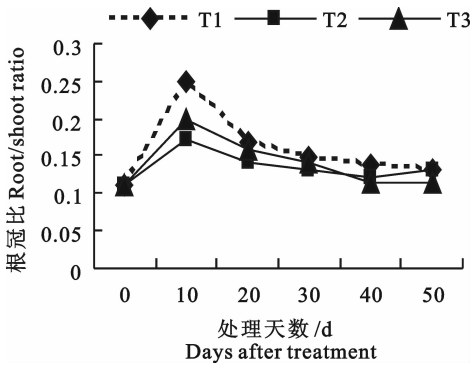


图 2 不同温度处理对温室番茄植株根冠比的影响
Fig. 2 Effect of different temperature on tomato root/ shoot ratio

表 1 不同温度处理对番茄株高相对生长速率的影响

温度/℃ Temperature	处理天数/d Days				
	10	20	30	40	50
T1	0.017±0.001 cC	0.029±0.003 bB	0.048±0.002 bB	0.039±0.001 bAB	0.048±0.001 aA
T2	0.021±0.001 bB	0.044±0.005 aA	0.065±0.001 aA	0.033±0.001 bB	0.019±0.004 bB
T3	0.044±0.004 aA	0.049±0.001 aA	0.059±0.002 aA	0.042±0.002 aA	0.021±0.003 bB

注:小写字母表示在 a = 0.05 水平下差异显著性,大写字母表示在 a = 0.01 水平下差异显著性

Note:Small and capital letters mean significant difference at 0.05 , and 0.01 levels ,respectively

表 2 不同温度处理对番茄茎粗相对生长速率的影响

温度/℃ Temperature	处理天数/d Days				
	10	20	30	40	50
T1	0.02±0.003 cC	0.019±0.0018 cA	0.03±0.003 aA	0.016±0.002 aA	0.007±0.001 aA
T2	0.027±0.003 bB	0.033±0.0016 bA	0.022±0.003 bB	0.011±0.002 bB	0.007±0.001 aAB
T3	0.034±0.002 aA	0.035±0.0015 aB	0.02±0.002 bB	0.007±0.003 cC	0.005±0.000 bB

注:小写字母表示在 a = 0.05 水平下差异显著性,大写字母表示在 a = 0.01 水平下差异显著性

Note:Small and capital letters mean significant difference at 0.05 , and 0.01 levels ,respectively

2.2.4 对温室番茄根冠比的影响 由图 2 可以看出,温度处理 10 天后随着植株的生长,各处理区植株的根冠比都呈下降趋势。T2、T3 处理区的根冠比明显低于自然温度 T1 处理区的植株。

在温度处理 20 天时,T2 处理区根冠比最低,但经长时间处理后,在处理 40 天时 T2、T3 处理区根冠比基本相同,T1 处理区根冠比只比 T3 处理区高 14%。处理 50 天后,各处理之间无显著差异。

2.3 不同温度对温室番茄平均单果质量及产量的影响

2.3.1 对成熟时番茄果实平均单果质量的影响

由图 3 可以看出,3 个温度处理区番茄第 1 穗果实的平均单果质量均最小,但各处理之间差异不显著。随着温度的升高第二穗、第三穗成熟果

实平均单果质量间差异显著性变小,其中 T2 处理区植株第三穗果实平均单果质量 150 g ,而 T3 处理区第三穗果实平均单果为 139 g。这可能与 T3 处理区前期的亚高温积累有关,因此第三穗果实较第二穗果实、第二穗果实又较第一穗果实的处理间差异大。

表 3 不同温度处理对番茄植株相对生长速率的影响

Table 3 Effect of different temperature on relative growth rate of tomato

温度/℃ Temperature	处理天数/d Days				
	10	20	30	40	50
T1	0.027±0.002 cC	0.087±0.003 cC	0.14±0.014 aA	0.057±0.002 aA	0.017±0.003 aA
T2	0.082±0.002 bB	0.117±0.002 bB	0.119±0.001 aA	0.032±0.003 bB	0.006±0.001 aA
T3	0.09±0.001 aA	0.124±0.001 aA	0.128±0.004 aA	0.024±0.004 cC	0.007±0.001 aA

注:小写字母表示在 a = 0.05 水平下差异显著性,大写字母表示在 a = 0.01 水平下差异显著性
Note:Small and capital letters mean significant difference at 0.05 , and 0.01 levels , respectively

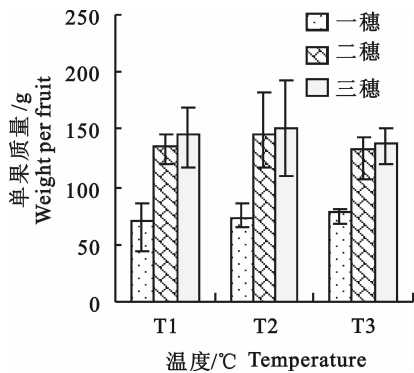


图 3 不同温度处理对番茄各花序平均单果质量的影响
Fig. 3 Effect of different temperature on the weight of per tomato fruit of different inflorescence

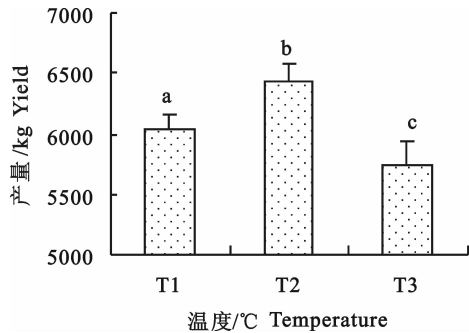


图 4 不同温度处理对番茄产量的影响
Fig. 4 Effect of different temperature on tomato yield

2.3.2 对番茄果实产量的影响 由图 4 可知,各温度处理区的番茄产量(按 667 m² 计算),T2 处理区产量最高,T3 处理区产量最低,这可能与 T3 处理区前期的亚高温积累有关,前期高温促进番茄果实的发育,但是果实的生长期缩短,使果实成熟时的平均单果质量减小,最终导致处于亚高温处理区的 T3 果实产量下降。T2 处理区番茄产

量可达 6 420 kg/667 m² ,而 T3 亚高温处理区的产量仅为 5 748 kg/667 m² ,各处理间差异极显著。

3 小结与讨论

3.1 不同温度处理对温室番茄生长的影响

番茄生长发育的较适温度上限被认为是 33 ~35℃,超过 35℃,其生长发育会受到严重影响^[4]。本试验结果表明,在西北地区栽培冬春茬番茄适当增温 8~10℃(长期平均温度没有超过 35℃),短时间内植株相对生长速率高于增温 3~5℃处理,而长时间加温超过自然温度 8~10℃处理,其植株相对生长速率极显著低于自然温度处理,这可能是因为植株在处理前处于相对适当的温度,短时间给予亚高温后,植株体内的各种酶类物质开始活跃,增加了物质的转化与代谢,从而促进了植株的生长,但是,持续在温度较高的环境中,就会出现生长抑制现象^[11-14]。作物长期处在亚高温的环境中,光合作用会下降,呼吸作用增强,同化物供应不足,从而导致植株生长速率减慢。而随着西北地区春季温度不断上升,促进了自然处理的番茄较快生长。然而,郭泳等认为,在气温 30℃时番茄植株光合作用最强,超过 30℃后光合速率随温度上升而逐渐下降,但在 25~35℃之间,光合速率变化不大。还有人认为,30℃对番茄生长影响不大,与本试验中适当增温 3~5℃处理结果相一致(日平均温度可以说明),说明在温度长期超过 30℃的情况下,番茄生长发育会受到一定的影响^[11]。

3.2 不同温度处理对温室番茄单果质量及产量的影响

郭建平等^[7]指出,高温使农作物生育进程加快,生育期缩短。在本试验中,T3 处理区属亚高温促进了番茄果实的前期发育,使果实成熟期提前,但成熟时果实变小。然而,从不同穗的果实发育情况来看,第一穗果实都比较小,而且处理间差异不明显,这是由于温度处理时间比较短第一穗花的发育基本就完成了,子房细胞分裂已经基本结束,随后增温仅对细胞膨大产生一定影响,而细胞膨大需要的温度要比细胞分裂需要的温度高^[15-17],所以第一穗果实单果质量最小,大小差异不明显,而第二穗花在温度处理一段时间开始,第三穗花在温度处理时尚未见花蕾,此时花蕾子房仍处于细胞分裂期,也就是说增温处理不仅对果实发育过程中的细胞膨大产生影响,而且也果实发育前期(花的发育期)的细胞分裂产生影响,因此,第三穗果实的平均单果质量最大,此外作物的开花期对高温是非常敏感的^[17]。

温度对植物的影响是复杂的,在温度条件下改变的不只是植物的温度影响情况,其他小气候因子如温室内的光照、湿度及 CO₂ 体积分数等的影响也会使植物自身发生一些变化。

参考文献:

[1] El - Gizawy A M, Comaa H M. Effect of different shading levels on tomato plants 1. Growth, flowering and chemical composition[J]. Acta Horticulture, 1992, 323: 341- 347.

[2] 蒋 燕,赵会杰. 低温弱光处理对番茄幼苗生长的影响[J]. 河南农业科学,2006(1):88-92.

[3] Johnson R C,Kanemasu E F. Yield and development of

winter wheat at elevated temperatures[J]. Agron J,1983, 75 :561-565 .

[4] 张 洁,李天来,徐 晶. 昼间亚高温对日光温室番茄生长发育、产量及品质的影响[J]. 应用生态学报, 2005,16(6): 1051-1055.

[5] 郭建平,高素华,刘 玲. 气象条件对作物品质和产量影响的试验研究[J]. 气象与环境研究,2001,(03):361-367.

[6] Keeling P L,Banisadr R,Singletary G W. Effect of temperature on enzymes in the pathway of starch biosynthesis in developing wheat and maize grain[J]. Australian Journal of Plant Physiology, 1994, 21 (6) :807-827.

[7] 郭建平,高素华,高温、高 CO₂ 对作物影响的实验研究[J]. 中国生态农业学报,2002,10 (1) :17-20.

[8] 张宪政. 植物生理学试验技术[M]. 沈阳: 辽宁农业出版社, 1994.

[9] 高俊凤,植物生理学实验技术[M]. 西安:兴界图书出版, 2000.

[10] 赵世杰,刘华山,董新纯. 植物生理实验指导[M]. 北京:中国农业科技出版社,1998:68-72.

[11] 袁 伟. 亚低温对温室黄瓜生长发育及产量的影响[D]. 扬州大学, 2006.

[12] 赵锋亮. 长期夜间亚低温和长期昼间亚高温对茄子生长发育的影响[D]. 河南农业大学, 2008.

[13] 张 洁,李天来,徐 晶,等. 不同天数亚高温处理对日光温室番茄果实生长发育、产量及品质的影响[J]. 沈阳农业大学学报, 2007,38(4):488-491.

[14] 徐 坤,丁兆堂. 栽培方式对田间小气候及越夏番茄生长与产量的影响[J]. 西北农业学报,2003,12(4):98-101.

[15] 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.

[16] 朱晋宇,温祥珍,刘美琴,李亚灵. 不同茬口日光温室番茄干物质生产与分配[J]. 园艺学报, 2007,(06) .

[17] 杨延杰,李天来. 光照强度对番茄生长及产量的影响[J]. 青岛农业大学学报:自然科学版,2007,24(3):199-202.