

不同根区温度对辣椒幼苗生长及光合参数的影响

廉 勇^{1,2}, 崔世茂¹, 包秀霞³, 王葆生²

(1. 内蒙古农业大学 农学院, 内蒙古 呼和浩特 010019; 2. 内蒙古农牧业科学院 蔬菜研究所, 内蒙古 呼和浩特 010031;

3. 呼和浩特民族学院 环境工程系, 内蒙古 呼和浩特 010051)

摘 要:针对我国北方地区冬季日光温室低地温障碍已成为制约果菜类越冬栽培的现状,以3个辣椒品种为试材,设置日光温室辣椒幼苗不同根区温度处理,研究了不同根区温度对辣椒幼苗地上、地下部生长及光合特性的影响,以期对日光温室冬季辣椒栽培土壤温度条件的选择提供理论依据。结果表明:与适温处理(CK)相比,亚适温和低温处理,降低了辣椒幼苗的株高、地上部干重、地下部干重及全株干重,延缓了叶片生长,增加了根冠比;降低了辣椒幼苗叶片 SPAD 值、光合速率、蒸腾速率、胞间 CO₂ 浓度。

关键词:根区温度;辣椒;生长;光合参数

中图分类号:S 641.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)15-0043-03

目前,日光温室已成为我国北方地区越冬蔬菜生产的重要设施,但由于日光温室一般无加温设备,全部靠积蓄太阳能来提高室内气温和地温。晴天时室内气温升高迅速,很快达到作物生长适温,而土壤温度的升高则较为缓慢,因此,低地温障碍已成为制约我国北方地区日光温室果菜类越冬栽培的重要因素。目前,日光温室内环境调控研究以气温方面较多,但对根区温度的研究相对较少。植物对根区温度非常敏感,前人就根区温度对番茄、甜椒、菜豆等生长和光合特性的影响进行了研究^[1]。研究根区温度对植物地上部生长发育的影响,有助于揭示根部与地上部信息传递的机理^[2]。该试验旨在探明日光温室不同根区温度对辣椒幼苗地上、地下

部生长及光合特性的影响,为冬季日光温室辣椒栽培提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试辣椒品种为赤峰地区栽培面积较大的“长金”、“迅驰 37-74”(以下简称“74”)和“运驰 37-82”(以下简称“82”)。

1.2 试验方法

试验于 2011 年春在内蒙古农业大学教学基地日光温室内进行。采用穴盘育苗,温控槽定植(温控槽长 1 m,宽 1 m,土深 10 cm,上部栽培营养土层厚度 10 cm 左右,内置控温设备)。于 3 月 8 日播种于基质穴盘中,5 月 8 日真叶长至 6~7 片时定植于温控槽中,每槽 9 行,株距为 10 cm。参照任志雨等^[1]温度处理的研究和预备试验,该试验设 3 个根区温度处理,即适温(Optimum temperature) 20~22℃、亚适温(Suboptimal temperature) 14~16℃、低温(Low temperature) 10~12℃。从 5 月 15 日起,连续处理 9 d 后开始测定。各处理 3 次重复,处理期间根区昼夜温度变化见图 1。

第一作者简介:廉勇(1981-),男,内蒙古科右中旗人,助理研究员,在读博士,现主要从事设施园艺和胡萝卜遗传育种等研究工作。E-mail:lianyongnmg@sina.com.

责任作者:崔世茂(1961-),男,教授,博士生导师,现主要从事园艺作物抗逆生理和园艺设施及环境调控等研究工作。E-mail:cuishimao@sina.com.

基金项目:国家自然科学基金资助项目(31060269);内蒙古科技厅科技计划资助项目(20110710)。

收稿日期:2014-04-16

December and January were compared, the characteristics of Liaoyang type greenhouse temperature and humidity were analyzed, in order to provide a theoretical basis for the promotion of the use of such greenhouse. The results showed that Liaoyang type greenhouse average minimum temperature was lower than the Baiyin type temperature 1.2℃ and 0.8℃ in 2012 and 2013; Endothermic phase, Liaoyang type average hourly elevated temperature 4.8~5.3℃, but the Baiyin type greenhouse elevated temperature 3.8~4.7℃; Liaoyang type greenhouse humidity was higher than Baiyin type greenhouse 3.9%~8.6%, the soil temperature difference between the two greenhouse was unlikely.

Key words: winter; Liaoyang type solar greenhouse; air temperature; soil temperature; humidity

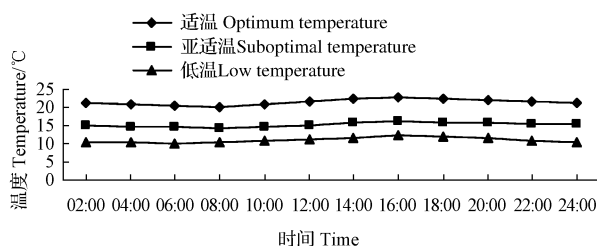


图1 处理期间根区昼夜温度变化
(2011年5月17日,晴天)

Fig. 1 Day and night changes of root zone temperature in treatment stage(May 17, 2011, sunny)

1.3 项目测定

1.3.1 植株生长势和干重的测定 各处理结束后第1天测定辣椒幼苗的株高、最大叶片的长和宽。植株在105℃下杀青10 min,于65℃下烘至恒重后称量,每个重复取6株。

表1

不同根区温度对辣椒幼苗生长势的影响

Table 1

Effect of different root zone temperature on growth tendency of pepper seedlings

处理 Treatment	株高 Plant height/cm			叶长 Leaf length/cm			叶宽 Leaf width/cm			叶片数 Number of leaves/个		
	“长金”	“74”	“82”	“长金”	“74”	“82”	“长金”	“74”	“82”	“长金”	“74”	“82”
适温 Optimum temperature	35.50B	34.50a	37.13B	6.58a	7.13B	7.40a	3.73a	3.63a	4.15B	15.25b	15.75b	11.50a
亚适温 Suboptimal temperature	33.25B	33.18a	35.00B	6.55a	7.05B	7.28a	3.53a	3.52a	4.15B	14.75b	13.25ab	11.25a
低温 Low temperature	27.63A	30.13a	28.88A	5.93a	5.63A	7.10a	3.38a	3.18a	3.33A	11.75a	11.50a	11.00a

注:同行不同大写字母表示差异极显著,不同小写字母表示差异显著。以下同。

Note: Different capital letters in the same column mean very significant difference, different lowercase letters mean significant difference. The same below.

2.2 不同根区温度对辣椒幼苗干物质积累的影响

表2分析结果表明,随着根区温度的降低,亚适温和低温处理辣椒幼苗地上部干重、地下部干重和全株干重均比适温处理(CK)降低。3个品种的地上部干重和全株干重在适温与低温处理间均存在极显著差异($P<0.01$),地下部干重在适温与低温之间存在显著差异

表2

不同根区温度对辣椒幼苗干物质积累的影响

Table 2

Effect of different root zone temperature on accumulation of dry matter of pepper seedlings

g/株

处理 Treatment	地上部干重 Aboveground dry weight			地下部干重 Underground dry weight			根冠比 Root/Shoot ratio			全株干重 Whole plant dry weight		
	“长金”	“74”	“82”	“长金”	“74”	“82”	“长金”	“74”	“82”	“长金”	“74”	“82”
适温 Optimum temperature	3.47A	3.39A	3.32A	0.95a	0.87a	0.94a	0.27a	0.26b	0.28a	4.42A	4.26A	4.26Aa
亚适温 Suboptimal temperature	3.30A	2.73B	3.05B	0.94a	0.81a	0.88b	0.28a	0.30a	0.29a	4.24A	3.34B	3.93Ab
低温 Low temperature	2.66B	2.05C	2.69C	0.86b	0.68b	0.80b	0.32a	0.33a	0.30a	3.52B	2.63C	3.49B

2.3 不同根区温度对辣椒幼苗 SPAD 值的影响

由表3结果可以看出,随着根区温度的降低,辣椒幼苗叶片 SPAD 值逐渐降低,低温处理下品种“82”和

表3 不同根区温度对辣椒幼苗 SPAD 值的影响

Table 3 Effect of different root zone temperature on SPAD of pepper seedlings

处理 Treatment	“长金”	“74”	“82”
适温 Optimum temperature	42.0a	43.3A	48.3A
亚适温 Suboptimal temperature	40.4a	37.3Ba	45.0B
低温 Low temperature	38.4b	35.2Bb	39.0C

1.3.2 叶片光合参数的测定 用柯尼卡美能达 SPAD-502 叶绿素仪测定辣椒幼苗从基部始第4片真叶的 SPAD 值,用 GFS-3000 便携式光合仪测定光合速率、胞间 CO_2 浓度、蒸腾速率,每个处理测定3个叶片。测定在温室内自然光照情况下进行。

1.4 数据分析

利用 Excel 2003 进行数据整理及作表,采用 SPSS 19.0 软件进行数据统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同根区温度对辣椒幼苗生长势的影响

由表1可以看出,随着根区温度的降低,辣椒幼苗的株高、叶长、叶宽和叶片数均比对照适温处理低,部分品种在亚适温和低温处理下与对照达到差异显著或极显著水平,说明根区低温对辣椒幼苗地上部生长有明显的影响,根区温度的降低使地上部生长势减弱,而且不同品种间存在一定的差异。

($P<0.05$)。3个品种的根冠比在亚适温和低温处理下有增加的趋势;“长金”地上部干重和全株干重的降低幅度比“74”和“82”的要小,表明其干物质积累受根区低温的影响比“74”和“82”的要小。表明长金在较低的根区温度下有更大比例的干物质向地下部分分配,维持根系功能的相对稳定性,这也表明了品种间抗冷性的差异。

“74” SPAD 值较适温处理(CK)极显著降低。“长金” SPAD 值的降低幅度较小,与对照存在显著差异表现出较强的根系耐低温性。

2.4 不同根区温度对辣椒幼苗光合参数的影响

从表4可以看出,随着根区温度的降低,辣椒幼苗叶片的光合速率、胞间 CO_2 浓度、蒸腾速率总体上呈下降趋势,其中低温处理较适温处理(CK)的下降达极显著水平($P<0.01$)。各品种间比较“长金”的光合速率、蒸腾速率降低幅度比“74”和“82”小,说明“长金”在根区低

表 4

不同根区温度对辣椒幼苗光合参数的影响

Table 4 Effect of different root zone temperature on photosynthetic parameters of pepper seedlings

处理 Treatment	光合速率 Photosynthetic rate/ $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$			胞间 CO_2 浓度 Intercellular CO_2 concentration/ $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$			蒸腾速率 Transpiration rate/ $\text{mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$		
	“长金”	“74”	“82”	“长金”	“74”	“82”	“长金”	“74”	“82”
适温 Optimum temperature	7.150C	7.686C	4.855B	246.574B	340.106A	291.875B	2.65 C	3.85C	2.39B
亚适温 Suboptimal temperature	3.241A	2.554B	0.979Ab	242.202B	287.850B	234.088A	1.74B	0.92B	0.39A
低温 Low temperature	2.952A	0.431A	0.731Aa	132.967A	230.929C	217.119A	1.25 A	0.39A	0.29A

温胁迫下,根系仍能进行一定的生理活动,从而表现出地上部有较高的光合速率和蒸腾速率。

3 结论与讨论

该试验结果表明,随着根区温度的降低,辣椒幼苗地上部的生长势、地上部干重、根系干重、全株干重均呈降低,而根冠比增加。赵鹏等^[3]的研究表明,根区低温使甜瓜幼苗生长势、干物质积累量呈现降低的趋势,而根冠比出现增加的趋势。任志雨等^[1]的研究结果表明,与适温处理(CK)相比,亚适温和低温处理降低了黄瓜幼苗的生长势、地上部干重、全株干重,而增加了地下部干重和根冠比。该试验结果与任志雨等^[1]的研究在地下部根重变化趋势呈相反方向,究其原因可能是该研究采用连续处理方式导致。根区低温条件下根冠比的增加,可能是由于根系受到低温胁迫时,为维持相对稳定的吸收功能,促进了光合产物向地下部的运转和分配或阻止了地下部吸收的矿质离子向地上部运转。有关根区低温对光合产物和矿质元素运转和分配的影响有待进一步研究。

该试验研究结果还表明,随着根区温度的降低,辣椒幼苗叶片的 SPAD 值、光合速率、蒸腾速率、胞间 CO_2 浓度都降低。“长金”较“74”和“82”在光合特性上表现出

一些较强的根系耐低温胁迫的能力。Gur 等^[4]的研究表明,根温从 20°C 下降到 13°C 时,菜豆光合速率明显降低。Menzel 等^[5]发现根温从 18°C 下降到 10°C 时,西番莲叶绿素含量、气孔导度、净光合速率都下降。任志雨等^[1]的研究表明,随着根区温度的降低,黄瓜幼苗叶片的光合色素含量、净光合速率、胞间二氧化碳浓度都降低。该研究结果与任志雨等的结论基本一致。有关根区低温对辣椒光合作用限制因素的影响有待进一步研究。

参考文献

- [1] 任志雨,王秀峰,魏珉,等. 不同根区温度对黄瓜幼苗生长及光合参数的影响[J]. 山东农业大学学报(自然科学版),2003,34(1):64-67.
- [2] 姜成后. 高等植物的命脉-维管束之谜. 植物生理与分子生物学[M]. 2 版. 北京:科学出版社,1998:665-680.
- [3] 赵鹏,常涛,张玉鑫. 根区温度对甜瓜幼苗生长的影响[J]. 北方园艺,2008(12):88-90.
- [4] Gur A. The influence of root temperature on apple tree. Clonal different in susceptibility to damage caused by super optimal root temperature[J]. J Hort Sci,1976,51:195-202.
- [5] Menzel C M, Turner D W, Doogan V J, et al. Root shoot interactions in passionfruit (*Passiflora* sp.) under the influence of changing root volumes and soil temperature[J]. J Hort Sci,1994,69(3):553-564.

Effect of Different Root Zone Temperature on Growth and Photosynthetic Parameters of Pepper Seedlings

LIAN Yong^{1,2}, CUI Shi-mao¹, BAO Xiu-xia³, WANG Bao-sheng²

(1. College of Agronomy, Inner Mongolia Agriculture University, Hohhot, Inner Mongolia 010019; 2. Vegetable Institute, Inner Mongolia Academy of Agriculture and Animals Science, Hohhot, Inner Mongolia 010031; 3. Department of Environmental Engineering, Hohhot Nationality College, Hohhot, Inner Mongolia 010051)

Abstract: For this present situation which the low ground temperature constraint for winter cultivation of fruit vegetables, taking three varieties of pepper as test material, the effect of different root zone temperature on growth both aboveground and underground, photosynthetic parameters of pepper seedlings in solar greenhouse were studied, in order to provide a theoretical basis for the pepper cultivation in the winter solar greenhouse and preferably improvement of the soil temperature condition. The results showed that the plant height, aboveground part dry weight, underground part dry weight, dry weight of complete stool, leaf growth, leaf SPAD, photosynthetic rate, transpiration rate and inter-cellular CO_2 concentration in the optimal temperature were higher than the suboptimal and low temperature. The ratio of root to shoot was lower than the suboptimal and low temperature.

Key words: root zone temperature; pepper; growth; photosynthetic parameter