

干旱胁迫对樱桃番茄幼苗叶片生长特性的影响

梁蕊芳¹, 康利平², 徐 龙¹, 张 禄³

(1. 包头轻工职业技术学院, 内蒙古 包头 014035; 2. 呼和浩特职业学院, 内蒙古 呼和浩特 010051;

3. 内蒙古广播电视大学, 内蒙古 呼和浩特 010051)

摘 要:以“日本红珍珠”樱桃番茄为试材,对4叶1心期的樱桃番茄幼苗采用自然失水的干旱胁迫处理,研究了干旱胁迫对樱桃番茄叶片生长状况及气孔张开率、叶绿素含量等的影响。结果表明:随着处理植株土壤含水量下降,叶片含水量、叶片长度、叶片宽度、叶面积都出现了下降趋势,且在胁迫4 d后下降速率加快,叶片生长出现明显变慢趋势;气孔张开率也出现持续下降趋势,在胁迫4 d后下降速率加快;叶绿素含量随土壤含水量的降低出现先上升后降低的趋势,高峰出现在胁迫开始后的第8天。

关键词:干旱胁迫;樱桃番茄;叶片生长特性

中图分类号:S 641.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)23-0015-04

樱桃番茄(*Lycopersicon esculentum* var. *cerasi forme*) 属茄科番茄属栽培番茄的一个变种,别名小番茄,又称圣女果,是以成熟多汁浆果为产品的1 a生草本植物^[1-2]。樱桃番茄起源于南美洲,具有丰富的营养价值,富含维生素C、胡萝卜素、矿物质等营养成分^[3-4],具有利尿、保肾等功效;还可降低血压,有预防动脉硬化、脑溢血等功效;此外,还有杀菌、美容、解毒等多种功能^[5]。因其具有独特的风味、诱人的色泽、低脂肪等特性而深受广大消费者喜爱。樱桃番茄的关键栽培技术也成为蔬菜栽培中的重要课题,对其生物学特性、生长习性的研

究也较多。据刘维侠等^[5]的报道樱桃番茄生长的适宜空气相对湿度为45%~50%,土壤水分含量应予以适当控制,以满足其半旱性要求。而对土壤水分控制程度的研究,即干旱胁迫的程度,对于樱桃番茄的栽培管理意义重大。现针对樱桃番茄幼苗在干旱胁迫下的叶片特性进行了研究,旨在为樱桃番茄及茄果类蔬菜的抗旱生理研究奠定基础,并为樱桃番茄的栽培管理尤其是水分管理提供一定的理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试“日本红珍珠”樱桃番茄品种购于广东省韶关市。

1.2 试验方法

将樱桃番茄种子于28℃下浸种催芽,待75%种子露白时,播种于装有等量土壤的营养钵中。苗出齐后置

第一作者简介:梁蕊芳(1975-),女,博士研究生,讲师,现主要从事生物技术等研究工作。E-mail:liangruifang9323@126.com.

责任作者:康利平(1977-),女,博士研究生,副教授,现主要从事蔬菜栽培生理及生物技术等研究工作。E-mail:zhklp@163.com.

收稿日期:2013-09-03

Abstract: Taking leaves of two kinds of tomato varieties of ‘Powder red’ and ‘Japanese hard star’ as materials, using the SPAD-502 chlorophyll meter and spectrophotometry to determine two kinds of tomato leaf SPAD value and chlorophyll content, their correlation analysis and the fitting equation were established. The results showed that two kinds of tomato leaves, the correlation of SPAD value and the content of chlorophyll a, chlorophyll b, total chlorophyll content were significantly correlated. In terms of the correlation between SPAD and chlorophyll a, optimal function model for ‘Powder red’ was $y=0.0005x^{1.9829}$ ($r=0.902^{**}$), the optimal function model for ‘Japanese hard star’ as $y=0.0204x+0.059$ ($r=0.669^{**}$). On the SPAD value and the correlation between chlorophyll b, optimal function model for ‘Powder red’ was $y=0.0883e^{0.0403x}$ ($r=0.758^{**}$), the optimal function model ‘Japanese hard star’ was $y=0.2738e^{0.0144x}$ ($r=0.635^{**}$). On the SPAD value and the correlation between total chlorophyll content was concerned, the optimal function model for ‘Powder red’ was $y=0.2202e^{0.0414x}$ ($r=0.870^{**}$), the optimal function model for ‘Japanese hard star’ as $y=0.0279x+0.2453$ ($r=0.720^{**}$).

Key words: tomato leaf; SPAD value; chlorophyll content; correlation

于光照培养箱进行苗期培养。培养条件:温度设置昼/夜为 25℃/22℃;光照强度为 $380 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$,光照时间为 12 h;每隔 1 d 浇水 1 次,1 次 20 mL。在幼苗长到 4 叶 1 心时停止浇水,对其进行干旱胁迫处理。以正常浇水的植株为对照,每次浇水量为 20 mL,每隔 1 d 浇水 1 次。从处理当日起每隔 1 d 取样 1 次,取样时间均为上午 10:00。

1.3 项目测定

1.3.1 土壤含水量的测定 采用烘干称重法:随机取 10 株幼苗,除去营养钵表面 0.5 cm 的土层,在距植株 2.5 cm 处用打孔器取深度为 2.5 cm 的土壤,置于重为 w_0 的称量瓶中称重为 w_1 ,于 105℃ 烘干至恒重,称重为 w_2 ,5 次重复,对照进行相同测定。土壤含水量($w\%$)的计算公式: $w\% = (w_1 - w_2) / (w_1 - w_0) \times 100\%$ 。

1.3.2 叶片长度、宽度、叶面积的测定 将经 1.3.1 测定的植株用于叶片生长特性的测定。用直尺量取第 2 真叶最长及最宽处,记录数据;对同一叶片采用剪纸法进行叶面积测定,5 次重复。

1.3.3 叶片含水量的测定 采用烘干称重法:将经 1.3.1 和 1.3.2 测定的植株,用打孔器取第 2 真叶于重量为 w_0 的称量瓶中称重为 w_1 ,然后在烘箱里 100℃ 烘 10 min,再 70℃ 烘至恒重,称重 w_2 ,5 次重复,对照进行相同处理。叶片含水量($w\%$)的计算公式: $w\% = (w_1 - w_2) / (w_1 - w_0) \times 100\%$ 。

1.3.4 叶片叶绿素含量的测定 采用分光光度法:称取 0.5 g 叶片于研钵中,加入 80% 丙酮少许研磨成匀浆,过滤清液于容量瓶中,并用 80% 丙酮洗涤至残渣无绿色,定容至 100 mL,5 次重复,然后分别在 $\lambda = 663 \text{ nm}$ 和 $\lambda = 645 \text{ nm}$ 处测定 OD 值,分别为 OD_{663} 和 OD_{645} 。总叶绿素含量计算公式如下: $C_{a+b} = 8.02 \times \text{OD}_{663} + 20.20 \times \text{OD}_{645}$ [6]。

1.3.5 叶片气孔张开率的测定 选取第 3 片真叶,用镊子撕取下表皮置于载玻片上,滴蒸馏水 1 滴,使材料充分展开,盖好盖玻片,吸干多余水分,立即在显微镜下观察,分别统计视野内开放和关闭的气孔数,所得数据为 3 个视野的平均值。5 次重复。气孔开放率($\%$) = 视野内开放气孔数 / 总气孔数 $\times 100\%$ 。

2 结果与分析

2.1 不同干旱胁迫时期对土壤含水量的影响

如图 1 所示,樱桃番茄幼苗经干旱胁迫处理后,土壤含水量持续下降,在停止浇水的 0~4 d 内其下降速率较快;4~12 d 期间,下降速率较前期缓慢,到胁迫 12 d 时,土壤含水量只有 5.17%。

2.2 不同干旱胁迫时期对樱桃番茄幼苗叶片含水量的影响

由图 2 可知,樱桃番茄叶片含水量在胁迫 0~4 d 内

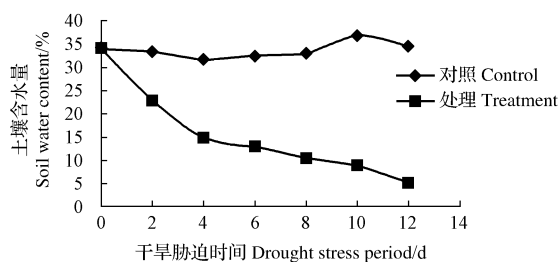


图 1 不同干旱胁迫期对土壤含水量的影响

Fig. 1 Effect of different drought stress periods on soil water content

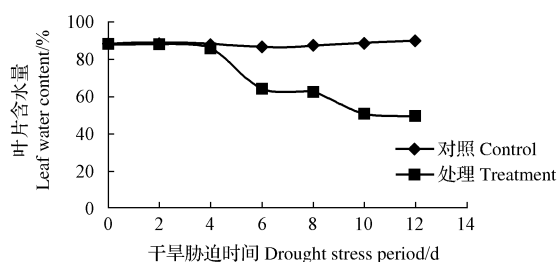


图 2 不同干旱胁迫期对樱桃番茄幼苗叶片含水量的影响

Fig. 2 Effect of different drought stress periods on leaf water content of *Lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme*

与对照相比无明显变化;在停止浇水 4 d 以后,干旱胁迫处理植株叶片含水量出现明显下降趋势。到胁迫 12 d 时,叶片含水量仅为对照的 54.83%。

2.3 不同干旱胁迫时期对樱桃番茄幼苗叶片生长特性的影响

2.3.1 对叶片长度的影响 经干旱胁迫处理后,不同干旱胁迫时期对番茄叶片长度影响不同。由图 3 可知,在停止浇水 0~4 d 内,其长度与对照无明显变化,胁迫 4 d 以后,叶片长度增长缓慢,而对照则有明显增加。到胁迫 12 d 时,对照的叶片长度比处理的长 1.12 cm。

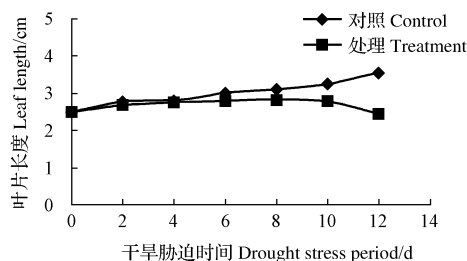


图 3 不同干旱胁迫时期对樱桃番茄幼苗叶片长度的影响

Fig. 3 Effect of different drought stress periods on leaf length of *Lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme*

2.3.2 对叶片宽度的影响 由图 4 可以看出,樱桃番茄经干旱胁迫处理后,其叶片宽度的变化表现为初期缓慢

增长,后期呈负增长的趋势。在0~4 d内,干旱胁迫处理的叶片宽度与对照无明显差异,生长曲线缓慢上升;胁迫4 d后,叶片宽度明显小于对照,并且处理的叶片宽度出现了萎缩,宽度开始变小,出现负增长;在胁迫12 d时,干旱胁迫处理的叶片宽度为1.23 cm,为对照的66.49%。

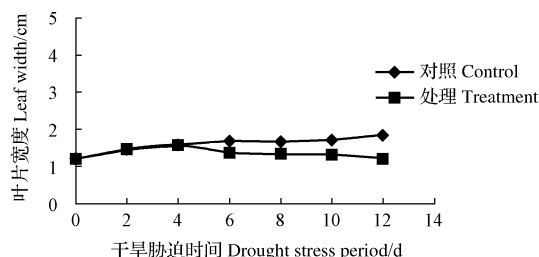


图4 不同干旱胁迫时期对樱桃番茄幼苗叶片宽度的影响

Fig. 4 Effect of different drought stress periods on leaf width of *Lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme*

2.3.3 对叶面积的影响 由图5可知,经干旱胁迫处理后,樱桃番茄幼苗的叶面积表现为前期缓慢增加,后期面积缩小的趋势。在0~4 d的胁迫期内,叶面积持续缓慢增加,之后则出现叶面积较前期变小,到胁迫12 d时,叶面积为3.10 cm²。而对照在此期间则表现为叶面积持续增加。

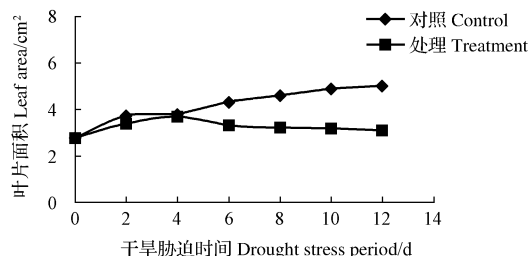


图5 不同干旱胁迫时期对樱桃番茄幼苗叶片面积的影响

Fig. 5 Effect of different drought stress periods on leaf area of *Lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme*

2.4 不同干旱胁迫时期对樱桃番茄幼苗叶片气孔张开率的影响

由图6可知,对照的气孔张开率在90%左右,变化幅度不大;而干旱胁迫处理的则表现出持续下降趋势。在胁迫的0~4 d内,幼苗的气孔张开率下降速度缓慢,之后则出现迅速下降趋势。

气孔张开率和土壤含水量的相关系数为0.892,与叶片含水量的相关系数为0.975,可见,土壤和叶片的含水量对气孔张开率的影响较大,叶片含水量对气孔张开率的影响达到了显著水平。这可能与气孔对叶片含水量的直接响应有关系。

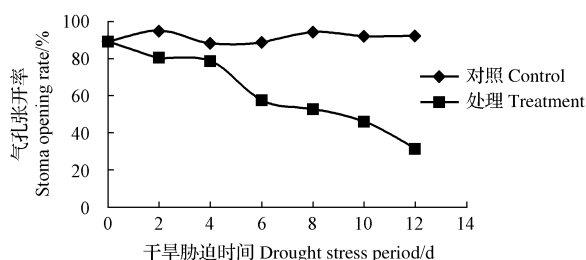


图6 不同干旱胁迫时期对樱桃番茄幼苗叶片气孔张开率的影响

Fig. 6 Effect of different drought stress periods on stomata opening rate of *Lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme*

2.5 不同干旱胁迫时期对樱桃番茄幼苗叶片叶绿素含量的影响

由图7可以看出,叶绿素含量在不同的干旱胁迫阶段,表现不同。在干旱胁迫0~6 d时,叶绿素含量表现为缓慢的持续增加趋势,之后则迅速增加,到胁迫的第8天时,叶绿素含量最高,为6.897 mg/g;之后则出现了持续下降的变化趋势。而对照在整个时期内的叶绿素含量变化较小,曲线接近一条水平直线。

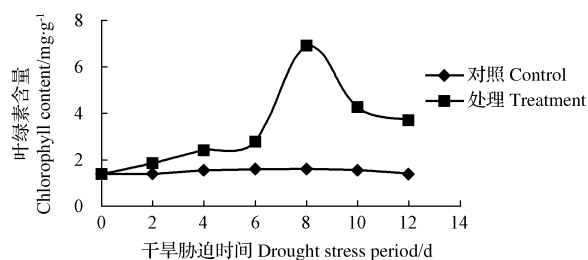


图7 不同干旱胁迫时期对樱桃番茄幼苗叶片叶绿素含量的影响

Fig. 7 Effect of different drought stress periods on chlorophyll content of *Lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme*

3 讨论与结论

叶片形态与叶面积的大小与光合作用有重要的关系。光合产物积累很大程度影响着植株幼苗生长的健壮程度。也可以说植物叶片形态与叶面积大小对植株幼苗的生长起着重要的作用。该试验对樱桃番茄幼苗经水分胁迫处理后的叶片形态进行了研究,结果发现随胁迫时间的延长,叶片长度和宽度的增长速率变慢,叶面积变小。陈昕等^[7]对石灰花椒幼苗进行水分胁迫处理35 d后,也发现随干旱胁迫程度加剧,幼苗变矮,地径变细,叶面积减小,主根变长,侧根数增加。与该研究在叶面积上的研究结果一致,但是关于幼苗根系等的变化还有待进一步研究。

目前有关水分胁迫下气孔张开率的研究较少,但在

水分胁迫下对气孔密度及气孔导度的研究报道较多。赵冰等^[8]对番茄幼苗进行弱光和干旱胁迫处理后发现,水分胁迫后叶片气孔密度、气孔大小均有所下降,大部分气孔关闭且深陷,幼苗净光合速率、气孔导度、胞间CO₂浓度、蒸腾速率和水分利用效率等参数明显下降,气孔限制值显著上升,表明水分胁迫条件下番茄光合作用的限制因素是气孔因素。该试验的樱桃番茄经水分胁迫处理后,气孔张开率出现持续下降,并且随胁迫程度加深,气孔张开率下降速率加快,这与上述报道中大部分的气孔关闭研究结果一致。

干旱胁迫对植物叶绿素含量的影响与胁迫程度有密切关系。那冬晨等^[9]对华北景天进行水分胁迫处理后发现,华北景天叶片的叶绿素a、b含量随水分胁迫的加剧均呈现先上升后下降的趋势,叶绿素a/b呈下降趋势。张淑勇等^[10]对玉米苗期的水分胁迫研究表明,在土壤水分条件稍充足或者轻度水分胁迫时可获得较高的叶绿素含量。土壤含水量小于15.2%时,叶绿素含量明显降低。对玉米的正常生长产生抑制作用。该研究通过对樱桃番茄幼苗进行干旱胁迫处理,得出樱桃番茄幼苗随胁迫程度的加剧,叶绿素含量呈先上升后下降的趋势,与那冬晨等^[9]、张淑勇等^[10]的研究结果一致。这可能是由于土壤水分亏缺会抑制叶绿素的合成,随胁迫程度加深,叶绿素出现分解,造成了叶绿素含量在重度胁迫时出现下降趋势。

该试验结果表明,土壤水分含量随干旱胁迫时期时间的延长出现降低趋势,樱桃番茄幼苗叶片含水量出现

持续降低趋势。随干旱胁迫时期时间延长,樱桃番茄幼苗的叶片长度、叶片宽度、叶面积生长速率在胁迫0~4 d内与对照差异不显著,之后出现持续变慢生长趋势,到胁迫12 d时,叶宽出现停止增长,叶长和叶面积则出现负增长的现象。随干旱胁迫时期时间的延长及土壤含水量的降低,樱桃番茄幼苗气孔张开率持续下降,在胁迫4 d后下降速率加快。樱桃番茄幼苗的叶绿素含量随土壤含水量的降低出现先上升后降低的趋势,上升高峰出现在胁迫开始后的第8天。

参考文献

- [1] 中国农业科学院蔬菜研究所. 中国蔬菜栽培学[M]. 北京:农业出版社,1987:624.
- [2] 李式军. 珍稀名优蔬菜[M]. 北京:中国农业出版社,1995:168.
- [3] 张英. 樱桃番茄的栽培技术[J]. 吉林农业,2001(7):18.
- [4] 王玉彦. 栽培樱桃番茄效益高[J]. 吉林蔬菜,2001(5):10.
- [5] 刘维侠,曹振木,党选民,等. 樱桃番茄及其栽培技术[J]. 热带农业工程,2008,32(1):15-18.
- [6] 中国科学院上海植物生理研究所,上海植物生理学会. 现代植物生理学实验指南[M]. 北京:科学出版社,1999.
- [7] 陈昕,徐宜凤. 干旱胁迫对石灰花楸幼苗生长和生理指标的影响[J]. 福建林学院学报,2011,31(4):330-334.
- [8] 赵冰,王学文,郭仰东. 弱光和干旱逆境对番茄幼苗形态特征及生理生化的影响[J]. 园艺学报,2011,38(增刊):2557.
- [9] 那冬晨,王文斗,杨丽静,等. 水分胁迫对华北景天叶片结构和叶绿素含量的影响[J]. 安徽农业科学,2011,39(26):15902-15903,15912.
- [10] 张淑勇,国静,刘炜,等. 玉米苗期叶片主要生理生化指标对土壤水分的响应[J]. 玉米科学,2011(5):68-72,77.

Effect of Drought Stress on Growth Characteristics of Leaves in *Lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme* Seedlings

LIANG Rui-fang¹, KANG Li-ping², XU Long¹, ZHANG Lu³

(1. Baotou Light Industry Vocational Technical College, Baotou, Inner Mongolia 014035; 2. Hohhot Vocational College, Hohhot, Inner Mongolia 010051; 3. Inner Mongolia Radio and TV University, Hohhot, Inner Mongolia 010051)

Abstract: Taking *Lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme* of 'Japanese red pearl' as material, the seedlings with four leaves were treated by drought stress, the leaves growth, stoma opening rate and chlorophyll content were studied. The results showed that with the soil water content decreasing the leaves water content, leaf length, leaf width, and leaf area decreased. They decreased quickly since they were stressed for four days, and the leaves grew slowly obviously. The stoma opening rate decreased too, and the decreased rate was quickly after stressed for four days. The chlorophyll content increased firstly, then decreased. The maximum of chlorophyll content existed on the eighth day since stressed.

Key words: drought stress; *Lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme*; leaf growth characteristics