

## 辣椒幼苗对干旱胁迫的生理响应

陈传亮<sup>1</sup>, 司素琴<sup>1</sup>, 张焕丽<sup>2</sup>, 张菊平<sup>3\*</sup> (1. 河南省柘城县经济作物技术推广中心, 河南柘城 476200; 2. 河南省洛阳农林科学院蔬菜研究中心, 河南洛阳 471022; 3. 河南科技大学林学院, 河南洛阳 471023)

**摘要** [目的]研究辣椒幼苗对干旱胁迫的生理响应。[方法]以洛研5号、长虹362A辣椒为材料,采用盆栽称重控水法,研究辣椒幼苗对不同程度水分胁迫的生理响应。[结果]随干旱胁迫的加剧,2个辣椒品种的幼苗叶片可溶性糖、游离脯氨酸、叶绿素、可溶性蛋白质的含量均呈上升趋势;洛研5号在重度水分胁迫下可溶性糖、游离脯氨酸、叶绿素和可溶性蛋白质含量增加幅度大,有利于减少水分胁迫的伤害。[结论]洛研5号抗旱性较强。

**关键词** 辣椒;水分胁迫;幼苗;生理指标

**中图分类号** S641.3 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2018)14-0060-02

## Physiological Response of Pepper Seedling to Drought Stress

CHEN Chuan-liang<sup>1</sup>, SI Su-qin<sup>1</sup>, ZHANG Huan-li<sup>2</sup> et al (1. Zhecheng County Economic Crop Technology Promotion Center, Zhecheng, Henan 476200; 2. Vegetable Research Center of Luoyang Science Academy of Agricultural, Luoyang, Henan 471022)

**Abstract** [Objective] To research the physiological response of pepper seedling to drought stress. [Method] The effects of drought stress on physiological indexes of two pepper cultivars (Luoyan No. 5 and Changhong 362A) were investigated using potted seedlings with different drought resistance in the present study. [Result] The contents of soluble sugar, free proline and chlorophyll, soluble protein went up in two cultivars. The soluble sugar, free proline and chlorophyll of Luoyan No. 5 showed a positive tendency toward drought stress. [Conclusion] Luoyan No. 5 had drought resistance.

**Key words** Pepper; Water stress; Seedling; Physiological index

干旱威胁已成为制约农业发展的主要限制因子。发掘利用植物自身的抗旱能力,选育耐旱品种已成为重要课题。辣椒具有较高的营养价值,种植面积逐年增大。目前,有关辣椒抗旱性的综合研究却鲜有报道<sup>[1-3]</sup>。鉴于此,笔者采用盆栽控水法,对洛研5号和长虹362A辣椒幼苗在干旱胁迫下部分生理指标变化进行研究,旨在为辣椒抗旱品种的选育和干旱区辣椒的优质高产提供理论依据和生产指导。

## 1 材料与方

**1.1 供试材料** 洛研5号、长虹362A共2个辣椒品种的5片真叶幼苗均由洛阳农林科学院蔬菜研究中心提供。

**1.2 试验设计** 风干的自然土壤与草炭按1:1比例混匀后,调制相对含水量分别为45% (重度胁迫)、55% (中度胁迫)、65% (轻度胁迫)、75% (对照)的4个水分胁迫处理。采用塑料盆(高17 cm,上口直径21 cm;装质量相等的土壤并浇透水)栽培,每盆5株辣椒苗,每处理5盆,重复3次。缓苗7 d后控水,每天18:00称重,并补充当天失去的水分,以保持各处理所设定的土壤含水量。控水方法按李进平等<sup>[4]</sup>方法稍作改进进行。控水14 d后测定各指标。

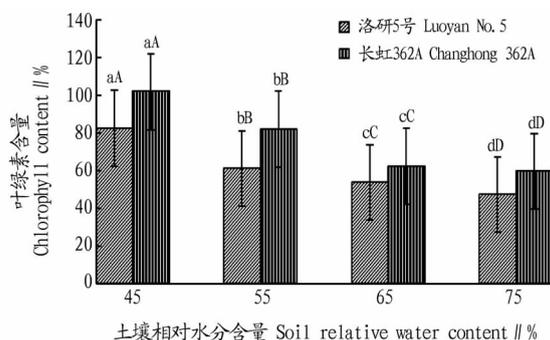
**1.3 指标测定与方法** 用手持叶绿素测定仪测定叶绿素含量,用考马斯亮蓝G-250染色法测定可溶性蛋白质含量,用蒽酮法测定可溶性总糖的含量,用磺基水杨酸法测定游离脯氨酸(Pro)的含量,均按照李合生等<sup>[5]</sup>的方法进行。

**1.4 数据处理与分析** 运用SPSS数据处理系统对数据进行方差分析,多重比较用LSD法,用Microsoft Excel应用程序

绘图。

## 2 结果与分析

**2.1 干旱胁迫对辣椒幼苗叶片叶绿素含量的影响** 由图1可知,随干旱胁迫的加重,长虹362A和洛研5号幼苗叶绿素含量均呈上升趋势。与对照相比,轻度水分胁迫下长虹362A叶绿素含量上升幅度较小,差异不显著;中度水分胁迫时长虹362A叶绿素含量上升幅度明显,差异极显著;重度水分胁迫下长虹362A叶绿素含量上升15.97%,差异达极显著。洛研5号随干旱胁迫的加重,叶绿素含量上升趋势更加明显,各处理间叶绿素含量差异均极显著。重度水分胁迫与对照相比,洛研5号叶绿素含量上升24.95%,比长虹362A多上升8.98%。说明洛研5号的抗旱性强于长虹362A。



注:不同小写字母表示在0.05水平差异显著;不同大写字母表示在0.01水平差异极显著

Note: Different lowercases indicated significant differences at 0.05 level; different capital letters indicated extremely significant differences at 0.01 level

图1 干旱胁迫对辣椒苗叶片叶绿素含量的影响

Fig. 1 Effect of drought stress on chlorophyll content of pepper seedling

基金项目 河南科技大学博士科研启动基金项目(13480017,13480045)。

作者简介 陈传亮(1969—),男,河南柘城人,农艺师,从事农业技术推广工作。\*通讯作者,教授,博士,从事蔬菜遗传育种与生物技术研究。

收稿日期 2018-02-26;修回日期 2018-03-08

**2.2 干旱胁迫对辣椒幼苗叶片可溶性糖含量的影响** 由图 2 可知,2 个辣椒品种的可溶性糖含量随着干旱胁迫的加剧均有上升趋势。在轻度和中度胁迫时,2 个辣椒品种的可溶性糖含量上升趋势基本相同;当从中度到重度胁迫时,洛研 5 号的可溶性糖含量上升幅度明显大于长虹 362A,且在重度水分胁迫下,2 个辣椒品种的可溶性糖含量均达到最大值,分别比对照增加了 60.07% 和 40.74%。由此看出,洛研 5 号在重度干旱胁迫下能积累更多的可溶性糖,从而使其增强渗透调节的能力,提高其抗旱性,说明洛研 5 号的抗旱性强于长虹 362A。

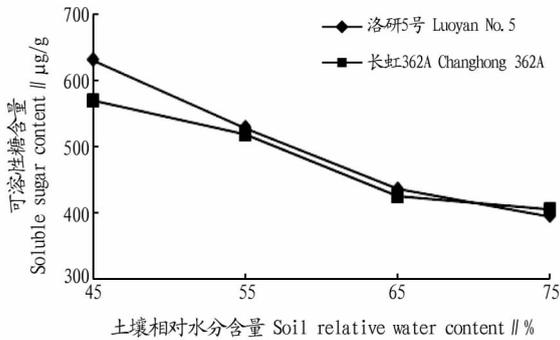


图 2 干旱胁迫对辣椒幼苗叶片可溶性糖含量的影响

Fig. 2 Effect of drought stress on soluble sugar content of pepper seedling

**2.3 干旱胁迫对辣椒幼苗叶片游离脯氨酸含量的影响** 由图 3 可知,2 个品种的自由脯氨酸含量随水分供应的减少而增加。正常水分下,两者的游离脯氨酸含量差异不显著,但长虹 362A 中的游离脯氨酸含量高于洛研 5 号;而当水分从正常条件到轻度水分胁迫(75%~65%)时,洛研 5 号的游离脯氨酸含量急剧上升,从轻度到中度水分胁迫(65%~55%)和从中度到重度水分胁迫(55%~45%)时,其上升幅度小于长虹 362A;当达到重度胁迫时,两者的游离脯氨酸含量又达到相似水平,且均达最高值,洛研 5 号和长虹 362A 分别为 1.762 和 1.754 mg/g,分别是对照的 3.06 和 2.54 倍。这说明洛研 5 号的抗旱性强于长虹 362A。

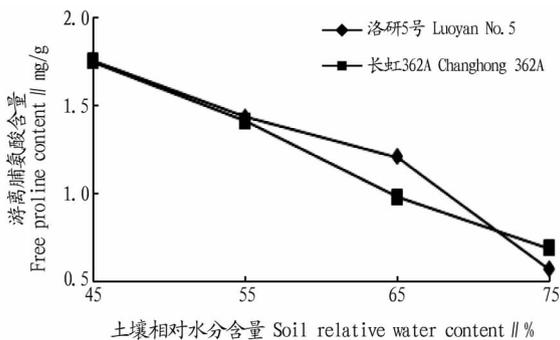


图 3 干旱胁迫对辣椒幼苗叶片游离脯氨酸含量的影响

Fig. 3 Effect of drought stress on free proline content of pepper seedling

**2.4 干旱胁迫对辣椒幼苗叶片可溶性蛋白质含量的影响**

由图 4 可知,正常水分下,2 个品种叶片的可溶性蛋白质含量差异不显著,分别为 48.97 和 47.96 mg/g。而随着干旱胁迫

的加重,可溶性蛋白质含量均有上升趋势。当达到最大干旱胁迫时洛研 5 号和长虹 362A 叶片的可溶性蛋白质含量也达到最大值,分别增加了 35.11 和 31.01 mg/g。说明洛研 5 号抗旱性强于长虹 362A。

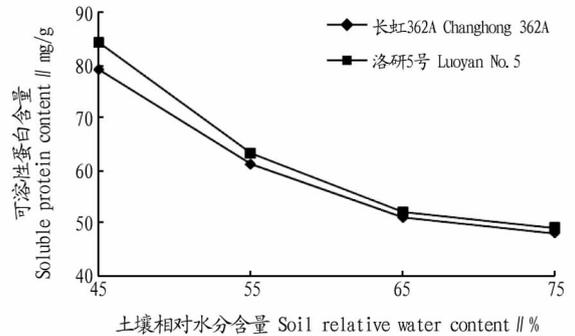


图 4 干旱胁迫对辣椒幼苗叶片可溶性蛋白质含量的影响

Fig. 4 Effect of drought stress on soluble protein content of pepper seedling

### 3 结论与讨论

随着干旱胁迫程度的增加,辣椒幼苗叶片中的叶绿素、可溶性糖、游离脯氨酸和可溶性蛋白含量显著增加,为植株抵御逆境奠定了基础。洛研 5 号和长虹 362A 在土壤相对含水量为 45% 的重度干旱胁迫下,其叶绿素、可溶性糖、游离脯氨酸和可溶性蛋白含量分别增加了 24.95%、60.07%、3.06 倍、35.11 mg/g 和 15.97%、40.74%、2.54 倍、31.01 mg/g。这表明洛研 5 号抗干旱能力较强,而长虹 362A 抗干旱能力较弱。

干旱胁迫下植物叶绿素含量的变化表示植物对水分胁迫的敏感性,并直接影响光合产量,但干旱胁迫下叶绿素增加或减少有不同的报道<sup>[6]</sup>。该试验中,2 个品种的叶绿素含量随干旱胁迫的加剧呈上升趋势,且抗旱性强的洛研 5 号上升幅度最大,这与董明等<sup>[7]</sup>的研究结果一致,植物叶片叶绿素含量维持在一个较高的水平上可避免因水分亏缺而致使叶绿体和线粒体受到伤害。可溶性糖和脯氨酸是重要的渗透调节物质,试验表明,干旱胁迫下抗旱性强的洛研 5 号,可溶性糖积累量比抗旱性弱的品种大,这与张爱民等<sup>[3]</sup>、舒美英等<sup>[8]</sup>的研究结果类似;该试验发现,干旱胁迫下辣椒体内脯氨酸含量显著增加。干旱胁迫下抗旱性强的辣椒品种(洛研 5 号),其游离脯氨酸积累量比抗旱性弱的品种大,揭雨成等<sup>[9]</sup>则认为植物在水分胁迫条件下累积脯氨酸能提高原生质亲水性,有利于细胞持水、防止脱水作用,成为植物受旱期间还原氮的转移形式,并在干旱胁迫期间起解毒作用,这与该试验结果相一致;可溶性蛋白质具有较强的亲水胶体性质,影响细胞的保水力,植物通过可溶性蛋白质的主动积累来降低渗透势,进行渗透调节<sup>[10]</sup>。李妮亚等<sup>[11]</sup>研究发现,在多种逆境胁迫下,植物体内正常的蛋白质合成受到抑制,但会有一些被诱导出的新蛋白质出现或原有蛋白质含量的明显增加,一些与适应干旱胁迫有关的基因启动表达,从而引起蛋白质的合成并产生干旱胁迫诱导蛋白,这与该试验的结果相一致。

(下转第 63 页)

表 2 不同化学药剂对延香梨果实品质的影响

Table 2 The effects of different chemical agents on the fruit quality content of Yanxiang pear

处理 Treatment	单果重 Single fruit weight//g	果形指数 Fruit shape index	硬度 Hardness kg/cm <sup>2</sup>	可溶性固形物 Soluble solid %	可滴定酸含量 Titratable acid content//%
①	193.67 ± 7.36 a	0.86 ± 0.01 a	6.18 ± 0.09 b	13.42 ± 0.21 a	0.61 ± 0.02 a
②	168.67 ± 5.93 ab	0.85 ± 0.14 a	6.54 ± 0.12 ab	13.50 ± 0.31 a	0.58 ± 0.00 ab
③	159.67 ± 6.17 b	0.84 ± 0.15 a	7.20 ± 0.11 a	13.35 ± 0.04 a	0.52 ± 0.03 b
④	191.33 ± 11.67 a	0.83 ± 0.12 a	7.12 ± 0.26 a	12.87 ± 0.13 a	0.56 ± 0.01 ab
⑤	167.33 ± 11.84 ab	0.85 ± 0.10 a	6.14 ± 0.27 b	13.07 ± 0.13 a	0.57 ± 0.02 ab
⑥(CK)	175.33 ± 4.37 ab	0.84 ± 0.05 a	6.56 ± 0.35 ab	13.19 ± 0.24 a	0.53 ± 0.02 b

注:同列数据后不同小写字母表示不同处理间差异显著( $P < 0.05$ )

Note: Different lowercases in the same column stand for significant differences between different treatments at 0.05 level

### 3 结论与讨论

喷施乙烯利被植物器官吸收后,在一系列代谢过程中释放出乙烯,并由此引发大量内源乙烯的产生,促使离层纤维素酶的形成。加上乙烯量的不断上升,阻碍开花、授粉、受精过程赤霉素的发生,削弱了花果对营养物质的竞争能力,直至花果脱落<sup>[7]</sup>。

目前关于其疏果机理尚无详细报道。Emongor 等<sup>[8]</sup>对 6-BA 的应用时间、浓度等进行了研究,认为 6-BA 最有效的使用时间是花后 25~29 d,使用浓度为 0.1~0.2 g/L。Elfving 等<sup>[9-10]</sup>用 6-BA、普洛马林、萘乙酸和西维因同时在“Empire”苹果上做了对比试验,结果表明,6-BA 的疏除效果比萘乙酸、普洛马林和西维因好,且明显增加了果实重量和翌年花量。研究表明,6-BA 的疏除效果比萘乙酸、普洛马林和西维因好,是一种非常有希望取代西维因的苹果疏果剂。优点是不仅具有疏果作用,同时提高果形指数,增加翌年花量,减少果锈,且对果实贮藏品质无影响<sup>[11]</sup>。缺点是最佳施用期较晚,效果表达也迟,也有研究表明,促使腋芽发芽,诱发副梢,加大枝叶旺盛生长,从而导致树形混乱,因此在多雨的地区难以应用。该试验结果表明,6-BA 150 mg/L 和 300 mg/L 乙烯利 + 50 mg/L GA<sub>3</sub> 处理平均单果重明显高

于对照,6-BA 300 mg/L 单果重显著低于对照。各处理果形指数、可溶性固形物与对照无显著差异。

### 参考文献

- [1] 孟玉平,曹秋芬,横田清,等. 钙化合物对苹果疏花疏果的效应[J]. 果树学报,2002,19(6):365-368.
- [2] 乔进春,朱梅玲,姜秀英. 乙烯利及 NAA 对红富士疏花疏果的效应[J]. 经济林研究,2000,18(3):28-30,37.
- [3] 田忠歧,王永义. 西维因对金冠苹果的疏花疏果效应[J]. 果树科学,1988,5(4):182.
- [4] 薛晓敏,王金政,路超. 红富士苹果化学药剂疏花疏果试验[J]. 山东农业科学,2010(11):79-81.
- [5] 顾寰,周富民,刘光明,等. 金冠、国光苹果疏花疏果的经济效益[J]. 宁夏农林科技,1992(4):28-29.
- [6] 吴应荣,杨玉华,陈宇晖,等. 化学疏花疏果对砂梨座果率的影响[J]. 湖北农业学报,1994,14(4):18-22.
- [7] CHAPMAN J C,魏同,许生吉. 乙烯利对默科特桔的疏果作用[J]. 国外农学(果树),1985(2):20-22.
- [8] EMONGOR V E, MURR D P. Timing of benzyladenine application as a chemical thinner of Empire apple[J]. HortScience,1994,29(5):455.
- [9] ELFVING D C, LOUGHEED E C. Storage responses of 'Empire' apples to benzyladenine and other chemical thinners[J]. J Amer Soc Hort Sci, 1994,119(2):253-257.
- [10] ELFVING D C, CLINE R A. Cytokinin and ethephon affect crop load, shoot growth, and nutrient concentration of 'Empire' apple trees[J]. Hort Science,1993,28(10):1011-1014.
- [11] BASAK A. Benzyladenine (BA) as an apple fruitlets thinning agent. Preliminary results[J]. HortScience,1996,28(3/4):54-57.

(上接第 61 页)

### 参考文献

- [1] 陈之欢. 水分胁迫对两种旱生花卉生理生化的影响[J]. 中国农学通报,2002,18(2):20-23.
- [2] 户连荣,郎南军,郑科. 植物抗旱性研究进展及发展趋势[J]. 安徽农业科学,2008,36(7):2652-2654.
- [3] 张爱民,耿广东,杨红,等. 干旱胁迫对辣椒幼苗部分生理指标的影响[J]. 山地农业生物学报,2010,29(1):35-38.
- [4] 李进平,陈振国,杨艳华,等. 水分条件对烤烟生理指标的影响及适宜土壤水分指标研究[J]. 灌溉排水学报,2007,26(1):93-96.
- [5] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京:高等教育出版社,2000:134-261.

- [6] 王新建,何威,杨淑红,等. 干旱胁迫下 4 种阔叶嫁接苗叶绿素含量的变化[J]. 经济林研究,2008,26(1):20-24.
- [7] 董明,苏德荣,刘泽良,等. 干旱胁迫对阿诺红靴靴忍冬生理指标的影响[J]. 西北林学院学报,2008,23(4):8-13.
- [8] 舒美英,卢伟民,蔡建国,等. 5 种湿地植物抗旱性的初步研究[J]. 江苏农业科学,2008(3):266-268.
- [9] 揭雨成,黄不生,李宗道. 干旱胁迫下苕麻的生理生化变化与抗旱性的关系[J]. 中国农业科学,2000,33(6):33-39.
- [10] 汤章城. 植物对渗透和淹水胁迫的适应机理[M]//余叔文,汤章城. 植物生理与分子生物学. 2 版. 北京:科学出版社,1998:739-745.
- [11] 李妮亚,高俊凤. 水分胁迫对抗旱性不同的小麦幼芽蛋白质的影响[J]. 干旱地区农业研究,1997,15(1):85-90.

## 科技论文写作规范——讨论

着重于研究中新的发现和重要方面,以及从中得出的结论。不必重复在结果中已评述过的资料,也不要模棱两可的语言,或随意扩大范围,讨论与文中无多大关联的内容。