

水分胁迫下香葱穴盘苗的生理效应

尹波, 黄丹枫, 申广荣

(上海交通大学农业与生物学院, 201101)

摘要:研究了水分胁迫对香葱穴盘苗根系活力、叶片光合色素、渗透调节能力以及活性氧等的影响。结果表明:在水分胁迫下,香葱穴盘苗根系活力和叶片相对含水量与对照相比显著下降;叶片中叶绿素、可溶性糖、脯氨酸及MDA含量显著上升;SOD、POD及可溶性蛋白质的含量与对照相比无显著差异,香葱对水分胁迫有忍耐性。在基质含水量下降至17%的情况下,复水7d后各项生理指标与对照相比均无显著差异,表明其在复水后完全恢复。

关键词:香葱;穴盘苗;水分胁迫;生理效应

中图分类号:S 633.9 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2007)01-0011-03

香葱(*Allium schoenoprasum* L.)别名细香葱、四季葱、细葱等。百合科(Liliaceae)葱属多年生草本植物,是一种重要的香辛蔬菜,原产于欧洲冷凉地区,目前在我国的华南、华中、华北以及东北地区均有广泛栽培,穴盘苗培育是发展香葱生产的重要技术环节。

水分胁迫使活性氧增多,活性氧通过氧化光合色素、膜脂、蛋白质以及核酸破坏植物。植物通过合成一些抗氧化物质保护它们和增强抗氧化物酶(超氧化物歧化酶、过氧化物酶)的活性^[1,2];水分胁迫条件下可溶性糖、脯氨酸等渗透调节物质也成为近年来研究的热点^[3-5]。

水分是穴盘育苗过程中最为活跃的因素,基质水分状况受供水量、供水时间和温室小气候的影响,基质水分含量不仅影响基质孔隙度,而且还影响基质养分的有效性,水分与营养之间也存在强烈的互作效应^[6],因此研究穴盘苗培育过程中的水分变化尤为重要。由于香葱的起源和特殊的管状叶片结构,在短暂的水分短缺条件下,应该具有较强的适应能力,研究其干旱及复水后的生理指标,可以认识香葱在水分胁迫条件下的生理效应及其对干旱条件的适应性,为香葱穴盘苗生产灌溉指标的确定提供理论依据和技术支持。

1 材料与方法

1.1 供试材料

“纯苗牌”香葱种子,由浙江湖州蔬菜良种开发中心提供,育苗基质(草炭:蛭石:珍珠岩:有机肥-4:3:2:1,体积比),pH为6.66,EC值为1.23 ms·cm⁻¹,288孔育苗盘育苗。

第一作者简介:尹波,男,1980年生,为上海交通大学农业与生物学院的在读硕士。

通讯作者:黄丹枫,上海交通大学农业与生物学院,E-mail: hddf@sjtu.edu.cn.

收稿日期:2006-07-10

1.2 试验方法

2005年11月16日播种,基质装盘前稍喷水、搅匀,每盘等重。均匀喷水至穴盘底部有水珠滴出为饱和。种子均匀点播于穴盘,然后覆盖1cm厚的复合基质,育苗盘置于苗床上,统一补充营养液,共计18盘种苗。

试验共分3个处理:正常供水,水分胁迫,水分胁迫后恢复供水。每处理重复6次,穴盘随机排列,共计18盘,穴盘称重法控制基质含水量。播后35d,开始水分处理:正常供水处理每天供水一次,上午8:00-8:30供水,均以基质含水量达持水量的80%为宜;另两个处理先连续水分胁迫7d,测得基质含水量为持水量的17%;7d后取其中6盘恢复供水,当天浇水至持水量的80%,然后连续供水7d(水分管理同正常供水)。试验在上海交通大学农业与生物学院法国现代温室内(Richel)进行。数据用SAS 8.0软件进行统计分析。

1.3 测定项目

分别于播后42d(水分胁迫处理后7d)、49d(水分胁迫处理复水后7d)测定生理指标,其中水分胁迫处理后与正常供水相比无显著差异的指标复水后不再测定,取样部位为第二片叶及根系。

光合色素用80%丙酮浸提法^[10],根系活力测定用TTC法^[11],可溶性糖含量测定用蒽酮比色法^[12],叶片相对含水量(RWC)测定参照李合生的方法^[13],相对电导率(REC)测定参照李合生的方法^[14],超氧化物歧化酶(SOD)活性测定用NBT还原法^[15],过氧化物酶(POD)活性用愈创木酚法^[16],丙二醛含量(MDA)测定用硫代巴比妥酸(TBA)比色法^[17],可溶性蛋白质含量测定用考马斯亮蓝法^[18],脯氨酸(Pro)含量测定用酸性茚三酮法^[19]。

2 结果与分析

2.1 复水前后,根系活力的变化

根系活力是反映根系生命活动的最普遍的一个生理

指标。试验表明,连续 7 d 水分胁迫处理的香葱根系活力比对照下降了 37.61%,达极显著水平。复水后根系活力

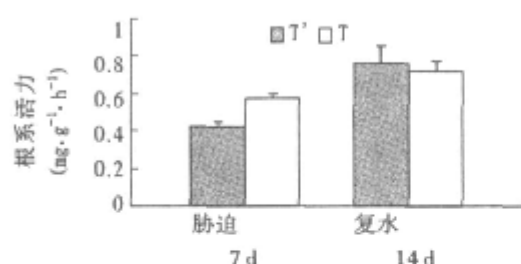


图 1 复水前后,香葱根系活力和丙二醛含量的变化

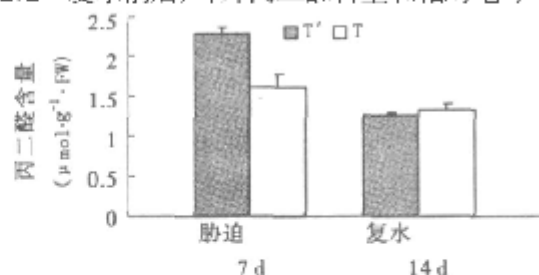
注:图中 T' 代表水分胁迫及恢复供水后处理, T 代表正常供水处理(以下同)。

MDA 是植物在遭受逆境伤害时细胞膜发生膜质过氧化作用而形成的最终分解产物^[7,8]。连续 7 d 水分胁迫处理的香葱叶片 MDA 含量比对照上升了 42.68%,达极显著水平。说明在水分短缺条件下其膜质过氧化作用发生的程度较强,受破坏的程度比较深。复水处理后 MDA 含量急剧下降,与正常供水植株相比没有显著变化(图 1)。

REC 也是表明水分胁迫强度的一个重要指标^[13]。试验表明,连续 7 d 胁迫处理的香葱叶片 REC 与对照相比上升了 24.32%,达显著水平,复水后与对照比差异不显著。

呈明显上升趋势,但与对照相比没有显著变化(图 1)。

2.2 复水前后,叶片内二醛含量和相对电导率的变化



显著,其变化趋势与 MDA 基本一致,表明水分胁迫使香葱叶片的细胞膜受损(表 1)。

2.3 复水前后,叶片 SOD、POD 活性的变化

SOD 是存在于细胞中最重要的内源活性氧清除酶之一,在保护酶系中处于核心地位。POD 主要清除细胞内过氧化物,保证整个代谢正常进行^[16,10]。试验表明,连续 7 d 水分胁迫处理的香葱穴盘苗叶片 SOD 活性下降,POD 活性上升,但两者与对照比均未达显著水平(表 1)。

2.4 复水前后,叶片渗透调节物质的变化

表 1 复水前后香葱穴盘苗若干生理指标的变化

	干旱处理	正常供水	复水处理	正常供水
可溶性蛋白质(mg·g ⁻¹)	8.57±0.28	8.14±0.45		
SOD 活力(units·g ⁻¹ FW)	73.17±2.91	82.55±6.71		
POD 活力(μO ₂ ·g ⁻¹ FWmin ⁻¹)	16.16±0.34	14.42±1.05		
REC(%)	0.25±0.018*	0.20±0.023	0.19±0.013	0.18±0.0078
RWC(%)	0.80±0.010*	0.85±0.011	0.88±0.018	0.83±0.032

注:表 1 中 * 为差异显著(P<0.05)。

水分胁迫期间可溶性糖积累被认为主要是参与渗透调节作用,维持正常代谢^[10]。连续 7 d 水分胁迫处理的香葱叶片可溶性糖含量比对照上升了 22.73%,达显著

水平;复水处理后可溶性糖与正常供水的植株相比较仍呈上升趋势,但差异性已不显著(图 2)。

可溶性蛋白与植物细胞的渗透调节有关,逆境条件

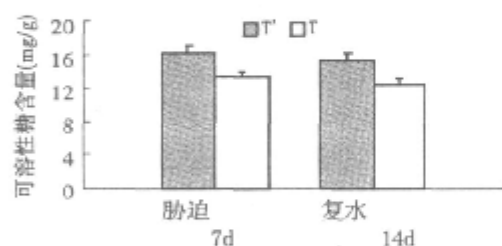


图 2 复水前后香葱叶片可溶性糖和脯氨酸含量的变化

下其含量增加可以直接作为一种渗透调节物质。试验表明,连续 7 d 水分胁迫处理的香葱叶片可溶性蛋白含量与正常供水植株相比虽有上升,但未达显著水平(表 1)。

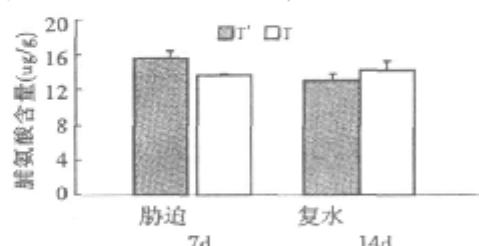
自从在多年生黑麦草中发现水分胁迫下植株累积游离脯氨酸以来,已在番茄、黄瓜、柑橘等多种作物上观察到这一现象,证明它是植物对水分胁迫的一种普遍反应^[9]。试验表明,连续 7 d 胁迫处理的香葱叶片脯氨酸含量比对照上升了 14.1%,达显著水平,它作为重要的渗透调节物质,调节香葱相关的生理生化反应,以更好的适应外界水分短缺的环境;复水后脯氨酸含量下降,

与对照相比较差异不显著(图 2)。

2.5 复水前后,叶绿素和 RWC 的变化

通常认为水分胁迫使叶片叶绿素含量降低^[12],也有研究表明连续 9 d 断水处理的香葱与正常供水的相比较叶绿素含量并没有显著变化^[13]。试验表明,连续 7 d 水分胁迫处理的香葱叶片叶绿素含量比对照上升了 21.76%,达显著水平(图 3),与前人的研究结果相悖,复水后二者在叶绿素上的差异不显著。

基质供水减少导致叶肉细胞失水,使叶片相对含水量(RWC)减少^[10],RWC 的减少引起单位叶面积(重量)



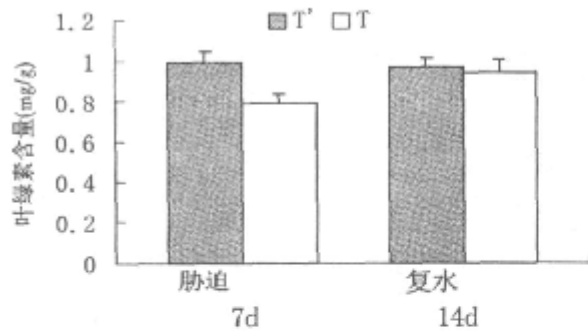


图3 复水前后, 香葱叶片叶绿素含量的变化

叶绿素含量增多。试验表明, 连续 7 d 胁迫处理的香葱叶片 RWC 比对照下降了 6.09%, 达显著水平, 复水后恢复正常(表 1)。

3 结论与讨论

根系活力是反映根系生理活动的重要指标, 水分胁迫首先改变了根系的生长环境, 影响根系的正常代谢, 水分胁迫处理引起根系活力下降, 与对照植株相比差异显著, 这是植物对环境变化的一种响应。胁迫也使植物细胞膜遭到破坏, 膜脂过氧化, 引起 MDA 含量和 REC 的增加。

水分胁迫下 SOD 活性的变化有以下几种趋势: 下降^[4]、上升^[6,13]、先上升后下降^[9]。SOD 活性上升可以有有效的清除植物体内活性氧, 减轻对植物造成的氧化伤害, 保证代谢活动的正常进行。该试验表明水分胁迫处理的植株 SOD 活性比对照低, 但差异不显著; POD 活性变化也不大, 这一方面可能涉及香葱本身的生物学特性及不同同工酶的表达, 另一方面可能与水分胁迫的时间和程度有关。

可溶性糖及脯氨酸等渗透调节物质含量的升高表明, 在水分胁迫条件下, 香葱具有良好的渗透调节能力, 可以积累较多的渗透调节, 以适应外界不良环境条件。

叶片中的光合色素是反映植物光合能力的一个重要指标。水分胁迫条件下叶绿素一般降低^[9]或无变化^[2], 该试验中叶绿素含量上升的原因可能是水分胁迫条件下叶肉细胞失水, 致使单位重量(叶面积)上分布的

叶绿素增多, 表现出植物本身的“浓缩效应”, 另外也可能与香葱本身的生物学特性及胁迫时间有关。同时水分胁迫也造成了香葱叶片 RWC 的下降。

综上所述, 香葱对于水分胁迫具有一定的忍耐性。复水后各项指标与正常供水的植株相比差异均不显著。香葱不仅形态(管状叶片结构)上适合缺水的环境条件, 而且自身有一系列有效的调节机制, 能够维持正常的生理活动, 香葱穴盘苗对水分要求不是太严格, 较适于生长在干旱环境条件下。

参考文献:

- [1] Alscher R G, Donahue J L, Cramer C L. Reactive oxygen species and antioxidants: relationships in green cells[J]. *Physiol. Plant.* 1997, 100: 224-233.
- [2] Yordanov I, Velikova V, Tsonev T. Plant responses to drought, acclimation, and stress tolerance[J]. *Photosynthesis* 2000, 38: 171-186.
- [3] 米海莉, 许兴, 李树华, 等. 水分胁迫对牛心萝卜、甘草叶片色素、可溶性糖、淀粉含量及保水性的影响[J]. *西北植物学报*, 2004, 24(10): 1816-1821.
- [4] 李子霞, 崔可明, 曹新平, 等. 水分胁迫下葡萄叶片脯氨酸和可溶性总糖积累与叶龄的关系[J]. *果树学报*, 2004, 21(2): 170-172.
- [5] 倪敏, 郭彦军, 吕俊, 等. 水分胁迫下豆科牧草的生理生化变化[J]. *土壤通报*, 2004, 35(3): 275-278.
- [6] 张峰, 杨颖丽, 何文亮, 等. 水分胁迫及复水过程中小麦抗氧化酶的变化[J]. *西北植物学报*, 2004, 24(2): 205-209.
- [7] 袁体达, 曹方忠, 白莉萍, 等. 水分胁迫下夏玉米根叶保护酶活性变化及其对膜脂过氧化作用的影响[J]. *中国农业科学*, 2005, 38(5): 922-928.
- [8] 李莉, 廖世利, 诸葛燕对水分胁迫的生理生化反应和调节适应能力[J]. *西南师范大学学报*, 2002, 25(1): 33-37.
- [9] 程智慧, Stephen A Rollè. 水分胁迫对番茄叶片气孔传导及光合色素的影响[J]. *西北农林科技大学学报*, 2002, 30(6): 93-96.
- [10] 崔秀敏. 基质供水状况对番茄、辣椒穴盘苗生长特性的影响及其适应机制研究[D]. 泰安: 山东农业大学, 2003.
- [11] 李合生. 植物生理生化试验原理与技术[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000.
- [12] 邹琦. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 中国农业出版社, 1995: 161-164.
- [13] 张明生, 谈锋, 谢敏, 等. 甘薯膜脂过氧化作用和膜保护系统的变化与品种抗旱性的关系[J]. *中国农业科学*, 2003, 36(11): 1395-1398.
- [14] 刘建新, 王彦, 王凤琴. 水分胁迫对苜蓿幼苗渗透调节物质积累和保护酶活性的影响. *农业科学*, 2005, 22(3): 18-21.
- [15] Markus Egerl, Manfred Tevini. Influence of drought on some physiological parameters symptomatic for oxidative stress in leaves of chives (*Allium schoenoprasum*) [J]. *Environmental and Experimental Botany*, 2002, 48: 43-49.

Physiological Effects of Chive Plug Seedlings Subjected to Water Stress

YIN Bo, HUANG Dan-feng, SHEN Guang-rong

(College of Agriculture and Biology, Shanghai Jiaotong University, Shanghai 201101)

Abstract: The physiological effects of chive plug seedlings subjected to water stress, roots activity, photosynthetic pigments, osmotic adjustment and reactive oxygen were studied in this experiment. The results showed that roots activity and relative water contents of chive leaves were significantly reduced compared with well-watered plants. Substances such as chlorophyll, soluble sugar, proline and MDA increased and the activity of SOD, POD and concentration of soluble protein remained stable subjected to water stress condition. All of the physiological indexes of chive seedlings were not significantly different compared with well-watered plants after one week's rewatering. It indicated that chive seedlings totally recovered within one week in condition of relative water content of substrate reduced to 17%.

Key words: Chive (*Allium schoenoprasum*); Plug seedling; Water stress; Physiological effect