

# 低温弱光胁迫对喜温蔬菜作物生长的影响

张渝洁<sup>1,2,3</sup>, 李新国<sup>\*</sup>, 毕玉平<sup>2</sup> (1. 山东师范大学生命科学学院, 山东济南250014; 2. 山东省农业科学院高新技术研究中心, 山东济南250100; 3. 临沂师范学院生命科学学院, 山东临沂276000)

**摘要** 介绍了低温弱光胁迫对喜温蔬菜作物的影响及其作用机理。

**关键词** 低温; 弱光; 喜温蔬菜

**中图分类号** Q945.78 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2007)01-0044-01

## Influence of Low Temperature and Weak Light on Growth of Warmseason Vegetables

ZHANG Yu Jie et al (College of Life Sciences, Shandong Normal University, Jinan, Shandong 250014)

**Abstract** The influence of the low temperature and the weak light on the growth of the warmseason vegetables and its mechanism were discussed.

**Key words** Low temperature; Weak light; Warmseason vegetable

低温弱光所引起的冷害严重影响着蔬菜的生长。低温弱光已成为限制喜温蔬菜类产量的重要因素。喜温农作物大多起源于热带和亚热带, 对冷比较敏感, 如番茄、水稻、玉米、棉花、豆类、甘薯和甜椒等。当温度低于10~12℃时, 它们就会表现出明显的冷害症状。

### 1 低温弱光胁迫对喜温蔬菜作物的影响

**1.1 低温弱光胁迫对喜温蔬菜生长的影响** 一般来说, 低温弱光胁迫大多会导致植株生长减缓, 甚至停止。其影响程度取决于品种、低温弱光逆境的强度以及具体的生长指标。Neuwhof 研究表明, 在日温19℃, 夜温分别为14、10、6℃, 并且在低光照条件下, 番茄的相对生长率、叶面积比率和叶面积比在低温下比在高温下低<sup>[1]</sup>。周艳虹等试验表明, 在低温弱光胁迫后, 黄瓜植株的叶片生长指数(PI)基本不变, 生长完全受到抑制; 胁迫解除后, 12℃下弱光处理植株的PI迅速上升, 植株恢复至正常生长, 但低温(7℃)弱光处理植株的PI则增加有限。这说明低温弱光胁迫已对植株造成一定的伤害<sup>[2]</sup>。低温弱光胁迫还会影响作物开花、座果以及果实的发育<sup>[3]</sup>。

**1.2 低温弱光胁迫对喜温蔬菜光合作用的影响** 番茄生长发育要求较强的光照和较高的温度, 光饱和点为30 000~40 000 lx, 适宜温度约为25℃, 光补偿点为1 500~2 000 lx<sup>[4]</sup>。黄伟等试验表明, 番茄叶片净光合速率明显受到低温弱光胁迫的影响。随着温度的降低和光照强度的减弱, 番茄叶片净光合速率也逐步下降。当光强为44 μmol/(m·s), 温度为(15~20)℃/(5~6)h时, 处理4 h, 番茄叶片净光合速率比对照下降50%以上<sup>[5]</sup>。胡文海等试验表明, 光强60 μmol/(m·s)、温度5℃的低温弱光胁迫下, 番茄叶片净光合作用则完全被抑制<sup>[6]</sup>。郁继华等研究表明, 低温弱光胁迫后茄子幼苗的净光合速率、气孔导度和叶绿素含量明显降低; 光补偿点、光饱和点、光饱和时的瓜叶片净光合速率(Pn)、表观量子产额降低; CO<sub>2</sub>补偿点升高, CO<sub>2</sub>饱和点、CO<sub>2</sub>饱和时的Pn、光合能力、CO<sub>2</sub>羧化效率降低<sup>[7]</sup>。

### 2 作用机理

**2.1 膜脂过氧化** 研究表明, 在冷胁迫条件下, 冷敏感植物细胞中活性氧的产生加速, 而清除活性氧的能力下降, 导致

活性氧水平提高。当活性氧超过“阈值”时, 首先袭击的是膜系统, 使不饱和脂肪酸形成脂氢过氧化物, 脂氢过氧化物均裂产生脂性自由基。脂性自由基一方面能连锁引发脂质过氧化作用; 另一方面又能引起蛋白质脱去H<sup>+</sup>而生成蛋白质自由基, 蛋白质自由基与另一蛋白质分子发生加成反应, 生成二聚蛋白质自由基, 然后依次对蛋白质分子不断地加成(链式聚合)而生成蛋白质分子的聚合物。同时, 脂氢过氧化物亦可分解产生丙二醛(MDA), 与蛋白质结合引起蛋白质分子内和分子间的交联, 产生蛋白质交联物, 从而破坏膜结构和功能。低温不仅直接削弱植物的防御系统, 提高植物体内自由基的水平, 诱发膜脂过氧化作用, 引起膜损伤, 而且所积累的过量活性氧本身及其诱发的膜脂过氧化产物反过来亦会对植物防御系统产生破坏作用, 从而加剧膜脂过氧化作用。这样的恶性循环使植物受害逐步加重, 直至死亡<sup>[8]</sup>。周玉丽等研究表明, 茄子经低温弱光(10℃/5h, 光照强度60、120 μmol/(m·s))处理7 d后叶绿素(Chl)含量明显降低, 脯氨酸(Pro)和丙二醛(MDA)含量有不同程度地升高, 过氧化物酶(POD)和过氧化氢酶(CAT)活性则明显下降<sup>[9]</sup>。任华中等研究表明, 低温弱光条件可导致番茄叶片超氧化物歧化酶(SOD)活性的降低, 使细胞内清除氧自由基的能力下降, 导致植物细胞氧自由基的产生和清除之间的不平衡, 加速了膜脂过氧化作用, 造成丙二醛(MDA)含量的增加<sup>[10]</sup>。

### 2.2 叶绿体的变化

**2.2.1 叶绿体结构的变化。**叶绿体是光合作用的重要细胞器, 也是对低温最敏感的细胞器。黄瓜在低温弱光(4℃、100 μmol/(m·s))处理6 h后叶绿体变圆, 基粒片层的垛叠结构解体, 部分基粒溶解, 基粒数目减少。而黑暗处理对叶绿体的外形及基粒结构的影响比低温弱光处理轻一些, 叶绿体的形状基本没有改变, 大部分基粒片层基本上保持垛叠状态, 部分基粒开始出现膨胀以及模糊的解离状态<sup>[11]</sup>。

**2.2.2 叶绿素含量的变化。**低温弱光胁迫对叶绿素含量及叶绿素a/b的比值都有影响。孙治强等研究表明, 当光照时间为12 h, 光照强度为5 000或2 000 lx, 温度处理为20(日)/10(夜)、20(日)/5(夜)、15(日)/10(夜)和15(日)/5(夜)时, 番茄叶绿素a、b含量和a/b值升高或降低明显, 处理时间不同其影响程度也不同。弱光环境中,

作者简介 张渝洁(1968-), 女, 山东临沂人, 副教授, 从事植物学方面的教学与研究工作。\* 通讯作者。

收稿日期 2006-10-07

(上接第44页)

叶绿素b含量增加幅度较大,a/b值有所下降<sup>[12]</sup>。睦晓蕾等试验表明,弱光的效应与低温的效应相反,弱光使叶绿素含量增加,而叶绿素a/b的比值则下降<sup>[13]</sup>。陈青君等研究表明,在偏低温弱光条件下,叶绿素含量以增加为主,耐弱光品种叶绿素含量增加最多;在临界低温弱光时,叶绿素含量下降,耐低温品种叶绿素含量下降最少<sup>[14]</sup>。

低温胁迫下叶绿素的含量会减少,其原因是多种方面的。Hasselt认为低温下色素含量的降低不是由于色素合成障碍,而是由于原有的叶绿素受到破坏<sup>[15]</sup>。张其德等认为,弱光下叶绿素含量增加是由于植物对弱光的适应性以消耗更多结构物质用于扩大光能接受面积<sup>[16]</sup>。当然,低温弱光对叶绿素含量的影响会因低温强度和品种的不同而存在差异。

### 3 结语

低温弱光对植物的伤害远大于单纯的低温或弱光对植物的伤害程度。随着植物生理学、细胞学和分子生物学理论和方法的日益完善,研究蔬菜作物在低温弱光胁迫下的机制十分必要。

### 参考文献

[1] NEUWHOF M,GARREISEN F,VAN OJ C. Growth analysis of tomato genotypes grown under low energy conditions[J]. Netherlands Journal of Agricultural

Science,1991,39:191-196.

- [2] 周艳虹,喻景权,钱琼秋,等.低温弱光对黄瓜幼苗生长及抗氧化酶活性的影响[J].应用生态学报,2003,14(6):921-924.
- [3] 战吉晟,黄卫东,王利军.植物弱光逆境生理研究综述[J].植物学通讯,2003,20(1):43-50.
- [4] 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):87-91.
- [5] 黄伟,任华中,张福漫.低温弱光对番茄苗期生长和光合作用的影响[J].中国蔬菜,2002(4):15-17.
- [6] 胡文海,喻景权.低温弱光对番茄植株生长发育及生理功能的影响[J].中国生态农业学报,2003,11(3):55-57.
- [7] 郁继华,舒英杰,吕军芬,等.低温弱光对茄子幼苗光合特性的影响[J].西北植物学,2004,24(5):831-836.
- [8] 李美茹,刘鸿先,王以柔.低温下水稻幼苗叶片细胞膜脂膜脂过氧化和膜磷脂脱酯化反应[J].广西植物,1998,18(2):173-176.
- [9] 周玉丽,舒英杰.低温弱光对茄子幼苗膜脂过氧化和细胞膜保护酶系的影响[J].安徽技术师范学院学报,2004,18(3):9-12.
- [10] 任华中,黄伟,张福漫.低温弱光对温室番茄生理特性的影响[J].中国农业大学学报,2002,7(1):95-101.
- [11] 李新国,毕玉平,赵世杰,等.短时低温胁迫对甜椒叶绿体超微结构和光系统的影响[J].中国农业科学,2005,38(6):1226-1231.
- [12] 孙治强,张强,张惠梅.低温弱光对番茄叶绿素含量变化的影响[J].华北农学报,2005,20(1):82-85.
- [13] 睦晓蕾,蒋健篇,王志源,等.弱光对甜椒不同品种光合特性的影响[J].园艺学报,1999,26(5):314-318.
- [14] 陈青君,张福漫,王永健,等.黄瓜对低温弱光反应的生理特性研究[J].中国农业科学,2003,36(1):77-81.
- [15] HASSELT P R V. Photoinhibition at low temperature in chilling sensitive and resistant plants[J]. Acta Bot Neerl,1972,21:539-548.
- [16] 张其德,唐崇钦,林世青.光强度对小麦幼叶光合特性的影响[J].植物学报,1988,30(5):508-514.