

连续变光对不同品种番茄叶片细胞膜系统的影响

王 丹, 须 晖, 李 天来, 尹 川

(沈阳农业大学园艺学院, 辽宁省设施园艺重点实验室, 沈阳 110161)

摘要:以对环境条件相对不敏感的番茄(L-402)及较敏感的番茄(佳粉10号)为试材,研究了75%、50%、25%遮荫分别与100%光照交替条件下(遮荫5d,自然光照5d),不同品种番茄叶片细胞膜透性、丙二醛(MDA)含量、过氧化物酶(POD)活性的变化。结果表明连续变光条件下,叶片细胞膜透性、丙二醛含量变化相似,试验前期影响不大,后期波动性上升即遮荫阶段较对照上升幅度大,恢复光照阶段上升幅度小,二者变化呈正相关。过氧化物酶活性试验前期较对照上升,随后下降。三者均随遮光次数增加且遮荫严重时进入不可逆的变化阶段。重度遮荫变化幅度大。连续变光对佳粉10号的影响较L-402更大。

关键词:番茄;遮荫;过氧化物酶;电导率

中图分类号:S641.205+9 **文献标识码:**B

文章编号:1001-0009(2006)04-0011-03

番茄属强光照植物,在栽培中至少需要30~35 Lx 以上的光照强度,才能维持其正常的生长发育^[1]。温室是一个半封闭系统,连续阴雨天气易产生变光环境,对番茄的生长有很大影响。现有的研究表明,遮光处理后过氧化物酶活性改变^[2]。光照胁迫时外渗电导率升高。弱光下番茄叶片的丙二醛的含量有所升高^[3,4]。目前关于遮荫对番茄的研究已有很多报道,但主要集中对弱光或强光以及一次性短期变光的影响,而连续变光条件即弱光、强光交替处理研究的甚少。现通过连续变光处理考察番茄叶片的过氧化物酶活性、细胞膜透性及丙二醛含量的变化,探讨连续变光对番茄细胞膜系统的影响,为设施栽培中番茄常遇变光条件下实施栽培措施提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 材料

试验于2004年9月~12月在沈阳农业大学园艺学院蔬菜基地日光温室内进行。供试番茄品种为对环境条件相对不敏感的L-402和较敏感的佳粉10号,温室常规育苗定植,株行距为35cm×50cm。缓苗1周后(10月18日)进行变光处理,即分别对各处理遮光,CK处理为对照不遮光(晴天中午设施内光照强度790~874μmol/m²·s);A处理25%遮光(晴天中午光强585.5~641μmol/m²·s);B处理50%遮光(晴天中午光强385.5~461μmol/m²·s);C处理75%遮光(晴天中午光强185~255μmol/m²·s)。遮网5d,恢复正常光照5d,如此重复,进行明暗交替处理。在每个遮光处理期结束和光照恢复期结束时测定各项指标。

番茄单干整枝,除光照外其他管理与正常生产相同。试验采用完全随机区组排列,单株取样,3次重复。以下分析中明1、明2、明3、明4、明5即处理第0、10、20、30、40d的恢复正常光照的处理;暗1、暗2、暗3、暗4、暗5即处理第5、15、25、35、45d的遮光处理。

1.2 方法

* 基金项目:辽宁省科技厅“十五”农业科技攻关招标项目(2001215001)部分内容

收稿日期:2006-01-19

各指标取样均为番茄上数第四片叶。

过氧化物酶:愈创木酚法。

外渗电导率:相对电解质渗出率(%)=(处理电导率值-本底电导率值)/(处理煮沸后电导率值-本底电导率值)

丙二醛:硫代巴比妥酸法。

2 结果与分析

2.1 连续变光对番茄叶片过氧化物酶(POD)活性的影响

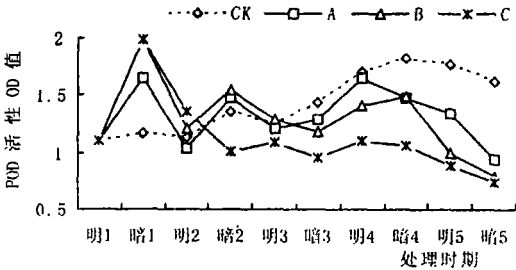


图1 处理后L-402叶片POD活性的变化

植物在逆境条件下产生活性氧。作为清除活性氧之一的酶,过氧化物酶也会发生变化。图1可知连续变光对番茄L-402叶片POD活性的影响。CK在暗2时稍有上升,随着生长活性提高;三遮荫处理与对照相比前期POD活性呈波动性变化,之后平稳下降。暗1时三处理均出现高峰极显著高于CK(F=50.95**),这是由于作物突见胁迫活性氧增加,导致清除活性氧的酶增加,遮荫越重升高幅度越大,持续时间越长。明2时A和B恢复到CK,但C仍显著高于CK(F=26.79**),暗2时A与CK差异不显著,B仍上升,C下降。进入不可完全恢复下降阶段时间C最早(暗2)、B次之(暗3),A最晚(暗4)。说明C受的影响大于B大于A,随处理时间延长下降的幅度越大。最终三处理POD活性分别下降了0.68、0.83、0.89,极显著低于CK(F=108.78**),总体来说,C下降的幅度最大,B次之,A最小。

图2可以看出佳粉10号叶片POD活性在连续变光条件下,CK的变化趋势与L-402相似,在暗2时稍有上升,随着生长活性提高,变化较三处理平稳;三处理叶片内的

POD活性在第一次遮荫处理时均出现了高峰,极显著高于CK($F=101.14^{**}$)。恢复光照(明2)后又都恢复到原来的水平。进入不可完全恢复下降阶段时间C最早(暗2; $F=61.86^{**}$)、B次之(暗3),A最晚(暗4; $F=120.67^{**}$)。其中A从明2到明4阶段中呈波动性变化,遮荫阶段(暗2、暗3)时活性下降($F=61.86^{**}$, $F=71.07^{**}$),正常光照阶段(明3、明4)有所恢复,与CK差异不显著。自暗4一直下降,随着处理时间延长,下降的幅度越大。最终三处理分别下降了0.69、1.01、1.13($F=131.65^{**}$),此时B和C两个处理的POD酶活性都下降到相同的水平,显著地低于A处理和CK。下降的幅度与遮光的强度成正相关,即遮荫越严重,酶活下降的幅度越大。

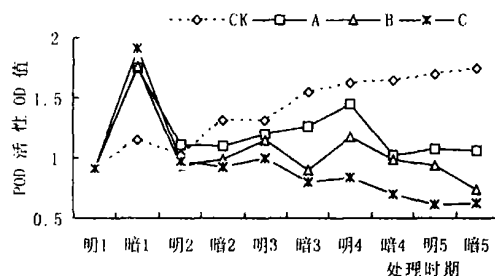


图2 处理后佳粉10号叶片POD活性的变化

综合上述分析可看出,两番茄品种均初期波动性上升,后期下降。试验初期L-402的波动性较佳粉10号大,即恢复正常光照时恢复的幅度较大,进入不可恢复下降阶段的时间二者相同,最终相同遮荫处理的佳粉10号POD酶活性下降的程度均比L-402大。佳粉10号较L-402受到的影响更大。

2.2 连续变光对番茄叶片细胞膜透性的影响

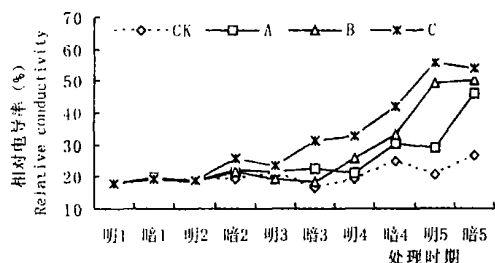


图3 处理后L-402叶片电导率的变化

各种逆境伤害都会造成质膜选择透性的改变或丧失,光照胁迫条件下番茄叶片的细胞膜透性发生变化^[4],表现在细胞膜外渗电导率的变化。由图3可知连续变光处理中CK的外渗电导率平稳,三处理变化趋势相似:前期对其没有影响,这是由于胁迫不够或是POD此时活性提高清除了有害物质使细胞膜未发生变化,受影响的时间A最晚,B次之,C最早,之后波动性上升,遮荫阶段与对照相比上升的幅度较大,正常光照阶段幅度相对较小。但明5时幅度较大,可能光抑制所致。遮荫程度越大,上升的幅度越大即C>B>A,且随着时间延长变化越显著。进入不可完全恢复上升阶段的时间与POD活性下降的时间同,C最早(暗3; $F=77.41^{**}$);B次之(明4; $F=61.42^{**}$);A最晚(暗4; $F=$

248.71 **)。试验结束时A、B、C处理分别比CK提高了19.42%、23.33%、27.18%。

图4表示佳粉10号相对电导率的变化。由图可看出CK变化较平稳,三处理前期没有受到影响,之后波动性上升。受影响的时间及进入不可完全恢复阶段的时间C最早B次之A最晚(同POD)。其中C第二次遮荫即暗2时相对电导率就显著上升($F=74.24^{**}$),之后随处理时间延长上升的幅度越大。其中遮荫期间上升的较快,正常光照时上升的较小,但明5时幅度较大,可能光抑制所致。B前两个周期未受影响,自暗3开始相对电导率显著上升($F=75.017^{**}$);A进入不可恢复上升的时间最晚,自暗4以后显著高于CK($F=212.79^{**}$)。与L-402同遮荫程度越大,上升幅度越大且随着时间延长变化越显著。最后一次处理时,A、B、C的电导率分别比CK提高了21.10%、32.35%、37.14%。

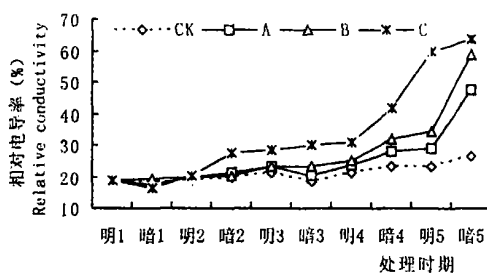


图4 处理后佳粉10号叶片电导率的变化

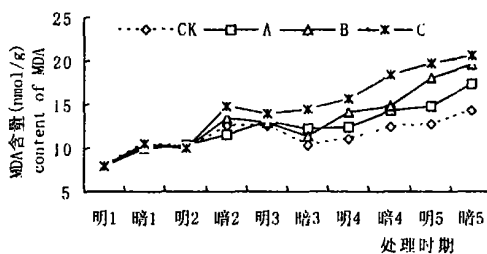


图5 处理后L-402叶片MDA含量的变化

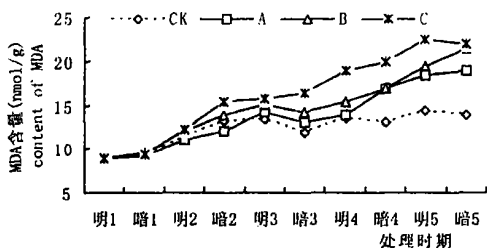


图6 处理后佳粉10号叶片MDA含量的变化

供试的两品种在连续变光条件下叶片相对电导率变化趋势相近,均前期没有受到影响,之后波动性上升,且随时间延长,上升幅度增大,遮荫程度大的变化明显。但存在一定差异,处理后遮荫程度相同的处理佳粉10号上升的幅度要大于L-402;进入不可完全恢复时间不尽相同,A均在暗4

时期, B 佳粉 10 号在暗 3 比 L-402 提前 5d(明 4), 而 C 较其提前一个周期(佳粉 10 号暗 2, L-402 暗 3)。可看出对细胞膜系统的影响佳粉 10 号大于 L-402。

2.3 连续变光对番茄叶片丙二醛含量的影响

植物器官衰老或在逆境条件下, 往往发生膜脂过氧化作用, 产生丙二醛(MDA), 其含量增加。图 5 可以看出, MDA 含量的变化趋势与外渗电导率相似。连续变光处理后 MDA 含量均上升, 且随时间延长, 上升幅度增大, 遮荫程度大的变化明显。进入不可完全恢复的时间与 POD、外渗电导率相同, C 早于 B 早于 A。CK 变化较平稳, C 升高的时间最早, 暗 2 时显著高于 CK($F=10.56^*$), 明 3 完全恢复, 以后(暗 3; $F=12.67^*$)一直呈上升趋势, 不能恢复; A 与 B 在前两次遮荫处理中 MDA 含量和相对电导率都未受到影响。这是因为胁迫不够未受破坏或是 POD 活性此时提高, 把破坏细胞膜的活性氧清除。其中 B 自明 4 始 MDA 含量一直上升($F=14.05^*$); 而 A 自暗 4 始 MDA 含量一直上升($F=28.13^*$)。变光处理已经对番茄的生物膜产生了破坏, 随时间延长, 破坏的程度加大, MDA 含量升高。最后一次处理时, 较对照升高了 3.09nmol/g、5.34nmol/g、6.40nmol/g。

由图 6 可以看出, 佳粉 10 号的变化与 L-402 相似。CK 变化较平稳。A、B、C 基本上也表现相同的趋势, 试验初期丙二醛含量变化不大, 随时间延长含量增加。进入不可完全恢复的时间 C 早于 B 早于 A。其中 C 暗 2 时含量显著上升($F=13.79^*$)较 L-402 早一个周期, 时间越长, 上升程度越大; B 自明 3 始含量一直增加($F=8.57^*$), 较 L-402 早一个周期; A 升高的较晚暗 3 含量增加, 明 4 恢复, 自暗 4 始一直显著增加($F=31.72^*$), 与 L-402 同。说明佳粉 10 号比 L-402 敏感。试验末期三处理 MDA 含量分别比 CK 增加了 5.03nmol/g、7.52nmol/g、7.92nmol/g, 含量升高的比 L-402 大, 对叶片中 MDA 含量的影响佳粉 10 号大于 L-402。

3 结论与讨论

供试的两个品种过氧化物酶活性在连续变光处理初期呈波动性上升变化, 但恢复光照以后可恢复到初始值, 说明遮荫的影响可逆。通常认为过氧化物酶是活性较高的一种酶。它与呼吸作用、光合作用及生长素的氧化等都有关系。在植物生长发育过程中它的活性不断发生变化。有研究表明, 如果在逆境下植物体内的活性氧增加, 根据植物抗逆性的

原理, 能够抑制活性氧的 POD 酶也会随之增加^[5]。此时由于过氧化物酶的调节, 轻度变光下不会对膜系统产生影响。处理后期活性平稳下降, 即使恢复光照条件也不能达到对照水平, 说明多次变光破坏了番茄叶片过氧化物酶系统, 该损伤不可逆, 植物体受活性氧迫害影响生长。轻度遮荫下叶片过氧化物酶下降幅度较小且进入不可逆损伤的时间较晚, 遮荫越重, 过氧化物酶系统迫害的越严重。过氧化物酶的变化影响细胞膜系统的变化。佳粉 10 号相对于 L-402 变化幅度更大, 进入不可逆伤害的时间早, 对连续变光反应敏感。

两品种番茄叶片细胞的外渗电导率与丙二醛含量在连续变光处理初期影响不大, 这是因为胁迫轻或是过氧化物酶的调节作用, 后期波动性升高。初期损伤可逆, 后期损伤不可逆。升高的幅度随着遮荫程度的增加及处理时间的延长而增大, 受弱光胁迫强的叶片较早进入不可完全恢复阶段。研究认为植物器官衰老时或在逆境条件下, 往往发生膜脂过氧化作用, 其产物丙二醛(MDA)会严重损伤生物膜。因此当丙二醛含量升高时破坏了膜系统, 使外渗电导率增加。同时过氧化物酶活性下降, 清除活性氧的能力下降, 对膜的损伤加大, 外渗电导率增加。丙二醛含量与外渗电导率变化呈正相关, 过氧化物酶活性与前二者的变化呈负相关。两不同品种因遮荫程度不同恢复程度也有所差异, 但其变化的趋势相似。佳粉 10 号叶片的外渗电导率及丙二醛的变化幅度大于 L-402, 且受影响的时间较早。佳粉 10 号较 L-402 更易受迫害。

综上所述, 番茄叶片的细胞膜系统对连续变光有一定的适应性, 但遮光次数增加且遮荫严重时也会导致膜系统的器质性破坏, 从而丧失了自我调节的能力, 进入不可逆的膜功能衰减。本试验中连续变光对佳粉 10 号的影响较 L-402 更大。

参考文献:

- [1] 王丽娟, 张平, 顾青海, 等. 遮光条件下番茄生态生理变化研究[J]. 天津农业科学, 2003, 8(1): 18—22.
- [2] Gilmore A M. Mechanistic aspects of xanthophylls cycle—dependent photo protection higher plant chloroplasts and leaves[J]. Plant Physiology, 1997, 99: 197—209.
- [3] 陈贵, 胡文玉. 提取植物体内 MDA 的溶剂及 MDA 作为衰老指标的探讨[J]. 植物生理学通讯, 1991, 27(1): 44—46.
- [4] 傅家瑞, 董恩得. 植物生理学[M]. 北京: 高等教育出版社, 1995, 221.
- [5] 边静. 青椒耐低温弱光鉴定的初步研究[J]. 辽宁农业科学, 1994, (4): 37—40.

Effect of Continuous Changing Light Intensity on System of Cell Membrane of different varieties Tomato

Wang Dan, Xu Hui, Li Tianlai, Yin Chuan

(College of Horticulture, Shenyang Agricultural University, Shenyang 110161)

Abstract: Two cultivars of tomatoes (L-402, Jiafen 10) were cultivated under three levels of continuous changing light intensity which were 75% sunlight, 50% sunlight, 25% sunlight changed with natural light intensity respectively with 100% natural sunlight intensity as contrast. Treatment is shading 5 days then no shading 5 days. The results showed that relative conductivity and the content of MDA changed similarly. There is no effect on them at initial stages and then it led to fluctuant increase. Two indexes The treatment led to fluctuant change of POD activity at initial stages then decrease. The tendency is notability by increasing degree of intimidation. All indexes could not resume during natural light intensity with increasing the shading times. Effect of continuous changing light intensity on Jiafen 10 is more serious than L-402.

Keywords: tomato; shading; POD; relative conductivity