

低温对寒富苹果及其亲本叶绿素荧光特性的影响

王 贺¹,刘国成^{1,2},吕德国^{1,2},赵德英¹,秦嗣军^{1,2}

(1. 沈阳农业大学 园艺学院,辽宁 沈阳 110161;2. 沈阳农业大学 北方果树育种与生理生态研究所,辽宁 沈阳 110161)

摘要:以寒富苹果及其亲本品种东光、富士为试验材料,通过人工低温处理,对其叶片的几种叶绿素荧光指标以及净光合速率进行了测定。结果表明:随着温度降低,3个品种的初始荧光 F_0 呈下降趋势,-4℃时急剧上升。可变荧光 F_v 、最大光化学量子产量 (F_v/F_m) 及 F_v/F_0 整体均呈下降趋势。 -4℃时各个指标均大幅下降,光合速率 P_n 明显下降。 -4℃低温处理时, F_v 、 F_v/F_m 、 F_v/F_0 的值东光>寒富>富士, F_0 则出现相反的结果, P_n 值东光>寒富>富士。处理结束放于24℃下12 h后,-4℃处理未恢复到处理前水平,表明-4℃低温对叶片的光合系统造成了严重破坏。

关键词:低温;寒富;亲本;叶绿素荧光

中图分类号:S661.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-7091(2008)02-0038-03

Effects of Chilling on Chlorophyll Fluorescence Characteristics in Hanfu and Its Parents Plant

WANG He¹,LIU Guo - cheng^{1,2},LU De - guo^{1,2},ZHAO De - ying¹,QIN Si - jun^{1,2}

(1. College of Horticulture ,Shenyang Agricultural University ,Shenyang 110161 ,China ;

2. Research Laboratory for Breeding and Physiology - Ecology of Northern Fruit Tree ,
Shenyang Agricultural University ,Shenyang 110161 ,China)

Abstract :By freezing treatment ,the chlorophyll fluorescence index were studied in this paper with the leaf of Hanfu apple ,Dongguang apple and Fuji apple as materials. The result showed that :as the temperature debased ,the F_0 of the three breeds were all debased ,and rised acuity at -4℃ ,the F_v , F_v/F_m and F_v/F_0 were all debased ,and the F_v/F_0 of Toko was rised. All of the indexes were debased acuity at -4℃ ,it showed that the photosynthesis system was destroyed acuity by the chilling.

Key words :Chilling ;Hanfu ;Parents plant ;Chlorophyll fluorescence

温度是限制植物地理分布的主要环境因素之一,低温能导致植物光合酶活性、光合电子传递速率等下降,甚至能破坏光合机构,进而影响树体生长发育。叶绿素荧光技术能够精确探测植物体内各种信息^[1,2],近年来在植物抗逆性的研究领域内应用逐渐增多,非胁迫条件下,叶绿素荧光参数的变化极小,不受物种和生长条件的影响,低温胁迫条件下该参数能够发生明显变化。寒富苹果是沈阳农业大学选育的抗寒优质苹果品种,将传统大苹果的经济栽培区域向北推移了200 km^[3,4]。本试验通过对寒富苹果及其母本东光、父本富士在低温下的叶绿素荧光特性进行测定,比较低温对寒富苹果及其亲本叶

绿素荧光特性影响的差异,以期探明低温对寒富苹果及其亲本叶片光合机构的伤害机理以及为进一步的育种工作提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 材料

试验于2007年在沈阳农业大学果树试验基地完成。供试材料为2005年栽植的盆栽(盆高25 cm,盆口内径25 cm,盆底内径20 cm)植株,供试品种为:寒富、东光、富士。砧木为山定子。盆土为壤质土,生长季常规管理,11月放入塑料薄膜温室保护过冬。

收稿日期:2007-12-18

基金项目:沈阳市科技攻关项目(1071154-3-00);农业部“948”项目资助(2006-G28)

作者简介:王 贺(1982-),男,河北保定人,硕士,主要从事果树生理生态研究工作。

通讯作者:刘国成(1954-),男,辽宁沈阳人,研究员,主要从事果树生理生态研究工作。

1.2 试验方法

1.2.1 材料处理 2007 年 8 月下旬,剪取带有若干功能叶片的一年生外围枝条,插入水瓶中,放入日本 SANYO 公司生产的 MLR - 350H 多用途植物培养箱中,光照强度设为正常光照(1 500 μmol / (m² s)),设 5 个温度处理 25(CK),8,4,0,-4,每个低温处理均维持 12 h,分别进行处理及指标测定。处理结束后将材料放于 25 (光照强度与温度处理相同)下恢复 12 h,测定各指标恢复情况。

1.2.2 指标测定 采用英国 Hamsatech 公司生产的 Handy PEA 进行叶绿素荧光参数测定,测定前用暗适应叶夹将叶片暗适应 20 min,重复 9 次(各指标均在未处理前进行基本参数测定)。数据采用 Excel 2003 及 DPSv2.00 处理。

2 结果与分析

2.1 低温处理对初始荧光 Fo 的影响

初始荧光 Fo 是反应中心处于完全开放即 QA 完全氧化时的荧光产量^[5],Fo 的上升表明 PS 反应中心受到破坏或发生可逆失活^[6,7]。如图 1 所示,富士、东光和寒富的 Fo 变化趋势为先降低再升高。3 个品种在 8 时的 Fo 值分别为 219,250 和 287。4 时富士、东光和寒富的 Fo 值即出现了明显的下降,分别下降了 21.0%,12.4%和 11.0%。0 时除富士略有上升外,其余 2 个品种的 Fo 都有不同程度的下降。而 -4 时的 Fo 明显升高,分别达到 244,303 和 328,均超过 8 时的 Fo 值,比 8 时分别提高了 11.4%,21.2%和 14.3%。方差分析表明 4 处理时 3 个品种之间的值差异极显著(p<0.01),而其他温度处理差异不明显。

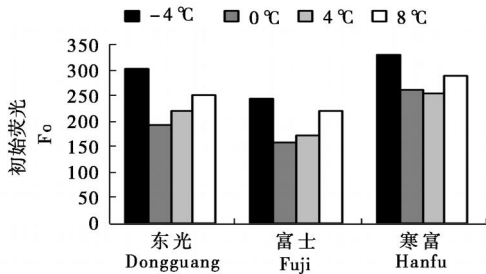


图 1 低温处理对 Fo 的影响

Fig.1 Effects of chilling on Fo

2.2 低温处理对可变荧光 Fv 的影响

图 2 表明,当温度降低到 4 时,富士、东光和寒富 3 个品种的 Fv 变化不同,富士略有上升,寒富略有下降,而东光几乎没有变化。随着温度继续降低到 0 时,东光明显上升,比 8 时提高了 27.9%,而富士和寒富出现了明显的降低,分别比 8 时降

低了 27.1%和 37.2%。当低温胁迫达到极严重时(-4),3 个品种的 Fv 值出现了严重的下降,达到最低值 336,239 和 393,比 8 时降低了 69.6%,67.5%和 65.1%,3 个品种的 Fv 值下降幅度相差不大,说明受到极严重低温胁迫时,3 个品种的 PS 都受到严重影响。方差分析可知,各温度梯度处理中只有富士和东光之间差异显著(p<0.05)。

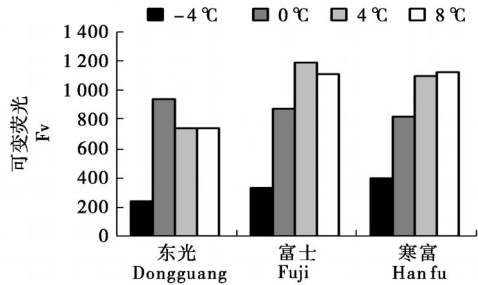


图 2 低温处理对 Fv 的影响

2.3 低温处理对 Fv/ Fm 的影响

叶绿素荧光参数 Fv/ Fm 是 PS 最大光化学量子产量,反映 PS 反应中心内禀光能转换效率或称最大 PS 的光能转换效率^[8],用作标明环境胁迫程度的指标和探针^[9]。由图 3 可知,富士、东光和寒富 3 个品种的 Fv/ Fm 值在 0 以上低温胁迫时,仅富士在 0 时略有下降,其余没有明显下降,有的反而略有上升。说明在 0 上低温胁迫时,3 个品种的原初光能转换效率没有受到明显影响,没有发生明显的光抑制。但当温度达到 -4 时,3 个品种的 Fv/ Fm 值出现明显下降,分别为 0.501,0.437 和 0.611,比 8 时下降了 36.2%,40.9%和 26.2%,东光的 Fv/ Fm 值下降的程度最大。

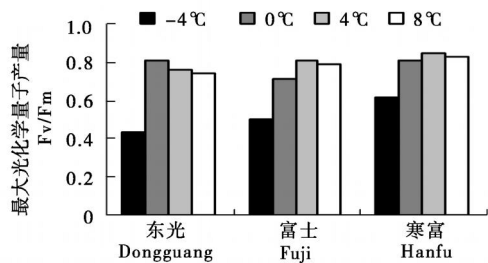


图 3 低温处理对 Fv/ Fm 的影响

Fig.3 Effects of chilling on Fv/ Fm

2.4 低温处理对 Fv/ Fo 的影响

叶绿素荧光参数 Fv/ Fo 常用于度量 PS 的潜在活性^[10]。由图 4 可知,3 个品种的 Fv/ Fo 变化趋势不尽相同,但是均在 -4 时有大幅度下降,富士 4 处理与 8 处理相比呈上升趋势且 4 达到整个处理过程的最大值 4.062,升幅为 17.6%,以后开始下降。东光 0~8 3 个温度梯度均是上升趋势,

0 达到最高值 4.76。寒富也是在 4 达到最大值 5.64,以后逐渐下降。3 个品种均在 - 4 有最小值,且大幅下降,与各自的最大值相比,富士、东光、寒富分别下降了 77.8%,84.9%,72.7%。

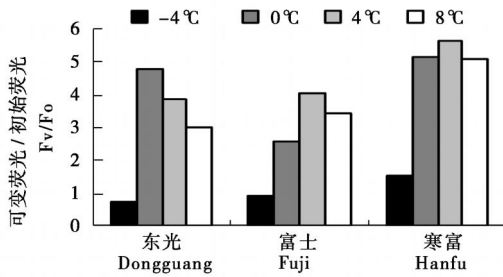


图 4 低温处理对 F_v/F_o 的影响

Fig.4 Effects of chilling on F_v/F_o

3 讨论与结论

叶绿素荧光诱导动力学及其参数包含了丰富的光合作用信息,因其极易受逆境的影响,是快速、灵敏无损伤的研究和探测逆境对植物光合作用影响的方法^[11]。对不同低温处理后的荧光参数分析可知, F_o 值在各个处理温度下有不同程度下降,- 4 时急剧上升,说明 PSII 遭到严重破坏,研究表明, F_v/F_m 下降可能伴随着 F_o 的上升或下降,非辐射能量耗散的增加会引起 F_o 下降,而 F_o 上升是由于光系统 II 反应中心的破坏或失活, F_v , F_v/F_o , F_v/F_m 的变化均是在某一低温处理下有所升高,而在 - 4 时却明显下降。可见 - 4 低温对 3 个品种来说均造成严重影响。这将造成光合作用下降,光合产物积累的减少,进而影响越冬性^[12]。

参考文献:

- [1] Berry J, Björkman O. Photosynthetic response and adaption to temperature in higher plant [J]. *Annu Rev Plant Physiol*, 1980, 31: 491 - 543.
- [2] 何洁, 刘鸿先, 王以柔, 等. 低温与植物的光合作用 [J]. *植物生理学通讯*, 1986, 22(2): 1 - 6.
- [3] 李怀玉. 抗寒优质苹果新品种 - 短枝寒富 [J]. *中国果树*, 1995(1): 1 - 2.
- [4] 刘国成, 吕德国, 李怀玉. '寒富' 苹果开发推广现状及生产建议 [J]. *北方果树*, 2004(6): 28 - 29.
- [5] 周蕴薇, 刘艳萍, 戴思兰. 用叶绿素荧光分析技术鉴定植物抗寒性的剖析 [J]. *植物生理学通讯*, 2006(5): 945 - 950.
- [6] 马博英, 金松恒, 徐礼根, 等. 低温对三种暖季型草坪草叶绿素荧光特性的影响 [J]. *中国草地学报*, 2006(1): 58 - 62.
- [7] 刘鹏, 孟庆伟, 赵世杰. 敏感植物的低温光抑制及其生长保护机制 [J]. *植物生理学通讯*, 2001, 37(1): 76 - 82.
- [8] Broggemann W, Linger P. Long term chilling of young tomato plants under low light and subsequent recovery [J]. *Planta*, 1992, 186: 179 - 187.
- [9] Demming A B, Winter K, Kruger A, *et al.* The dissipation of excess excitation energy in British plant species [J]. *Plant Cell Environ*, 1993, 16: 673 - 679.
- [10] 徐德聪, 吕芳德, 潘晓杰. 叶绿素荧光分析技术在果树研究中的应用 [J]. *经济林研究*, 2003, 21(3): 88 - 91.
- [11] 徐伟红, 郭卫华, 徐飞, 等. 三种枣树叶绿素荧光参数的日变化 [J]. *山东农业科学*, 2007(2): 29 - 31.
- [12] 段伟, 李新国, 孟庆伟. 低温下的光抑制机理 [J]. *西北植物学报*, 2003, 23(6): 1017 - 1023.