

草莓去果降低库力对叶片光合特性和光破坏防御系统的影响

付晓记, 艾沙江·买买提, 牟红梅, 杨清, 梁艳萍, 臧燕燕, 刘国杰*

(中国农业大学农学与生物技术学院, 北京 100193)

摘要: 以‘甜查理’草莓 (*Fragaria ananassa* Duch. ‘Sweet Charlie’) 为试验材料, 研究了通过去果处理降低库力对草莓叶片光合作用、叶绿素荧光参数、抗氧化酶和抗氧化物质日变化的影响。与留果对照相比, 去果处理的草莓叶片光合速率、气孔导度和蒸腾速率明显降低, 而胞间 CO_2 浓度相对增高。去果明显降低了叶片光系统 II (PS II) 实际量子效率 (Φ_{PSII})、光化学猝灭系数 (qP) 和开放的 PS II 反应中心激发能捕获效率 (F_v'/F_m'), 但非光化学猝灭 (NPQ) 值却明显提高。去果处理叶片中过氧化氢 (H_2O_2)、丙二醛 (MDA) 含量和超氧阴离子自由基 (O_2^-) 产生速率明显高于留果对照, 说明去果处理使得草莓叶片受到了活性氧的伤害。去果后, 抗氧化酶超氧化物歧化酶 (SOD) 和过氧化氢酶 (CAT) 活性以及抗氧化物质抗坏血酸 (AsA) 和还原性谷胱甘肽 (GSH) 含量较留果对照显著提高, 说明植物体通过上调抗氧化酶活性和提高抗氧化物质含量来应对去果处理带来的活性氧的增加, 以减轻活性氧带来的伤害。

关键词: 草莓; 光合作用; 光抑制; 抗氧化系统; 库源关系

中图分类号: S 668.4

文献标识码: A

文章编号: 0513-353X (2011) 07-1267-08

Effects of Low Sink Demand after Fruit Removal on the Photosynthetic Characteristics and Photoprotection in Strawberry Plants

FU Xiao-ji, MAIMAITI Aishajiang, MOU Hong-mei, YANG Qing, LIANG Yan-ping, ZANG Yan-yan, and LIU Guo-jie*

(College of Agronomy and Biotechnology, China Agricultural University, Beijing 100193, China)

Abstract: Diurnal variations in photosynthesis, chlorophyll fluorescence, antioxidant enzymes and antioxidant metabolism in leaves in response to low sink demand caused by fruit removal were studied in ‘Sweet Charlie’ strawberry. Compared with the retained fruit treatment (control), the fruit removal treatment resulted in a significantly lower photosynthetic rate, stomatal conductance and transpiration rate, but generally higher intercellular CO_2 concentration. Compared with the control plants, leaves of fruit removal plants had significantly lower actual efficiency of PS II (Φ_{PSII}), photochemical quenching coefficient (qP), efficiency of excitation capture by open PS II reaction centers (F_v'/F_m'), but higher non-photochemical quenching (NPQ). The fruit removal treatment resulted in higher hydrogen peroxide (H_2O_2), superoxide radical (O_2^-) and malondialdehyde (MDA) concentrations compared with the control,

收稿日期: 2010-12-15; 修回日期: 2011-04-15

基金项目: 公益性行业 (农业) 科研专项 (NYHYZX07-025); 质检公益性行业科研专项 (10-85)

* 通信作者 Author for correspondence (E-mail: lgj@cau.edu.cn; Tel: 010-62732479)

indicating existence of photo-oxidative damage. Compared with the control plants, leaves of fruit removal plants had significantly higher activities of antioxidant enzymes, including superoxide dismutase (SOD), catalase (CAT) and a higher reduction state of ascorbate (AsA) and glutathione (GSH). These results indicated that the antioxidant system was up-regulated providing protection from reactive oxygen species damage to leaves during low sink demand.

Key words: strawberry; photosynthesis; photoprotection; antioxidant systems; source-sink relationship

库强的减弱常导致叶片光合速率的降低,且常常伴随着碳水化合物在叶片中的积累,因此早在100多年前就有人提出,照光叶片中同化产物的积累会使叶片的光合作用降低,即“产物抑制假说”(Foyer, 1988; Iglesias et al., 2002)。该假说认为,库强的降低会导致同化产物从叶片输出速率减慢,从而使同化产物在叶片内积累,而高浓度的蔗糖和淀粉的积累反过来会抑制光合作用过程中一些酶的活性,进而使光合速率降低(Nii, 1997)。很多研究成果都印证了该假说,但是也有不一致的研究结论,并对该假说提出了质疑(Curt & Ferre, 1986; Roper et al., 1988)。

当库源关系改变时,同化产物分配也将发生变化。低库力使得对同化物需求降低,造成同化产物在叶片内的积累,使得 CO_2 同化受阻。 CO_2 同化速率的下降,将导致 CO_2 同化对光反应能量的竞争减弱。由于光合碳同化是光化学猝灭的主要途径,碳同化受阻也就意味着光化学猝灭对光能竞争的减弱,这样将有更多的光合能量以其它的途径耗散(Demmig-Adams & Adams, 1992; Horton et al., 1996),如依赖叶黄素循环的热耗散,但是如果热耗不能迅速的将多余的光能散去,过多的能量积累就可能导致大量活性氧的产生,而大量活性氧产生是否会对光系统II(PS II)造成伤害,并导致光合速率的下降?前人研究低库力对光合作用影响较少涉及这些内容。本试验中以草莓为试验材料,研究了去果降低库力对叶片PS II和抗氧化系统的运行状况的影响。

1 材料与方法

试验在华北地区中国农业大学上庄试验基地进行,露天栽培。试验材料草莓甜查理(*Fragaria ananassa* Duch. 'Sweet Charlie')于2008年8月下旬定植,常规肥水管理。2009年春天选生长健壮一致的植株,待长出6个果时开始处理。处理分为两组:留5个果(5F)和不留果(0F)。每组120株,分为3次重复,随机区组排列。在试验过程中随时摘去新生的叶片和果实,以保持每株叶数、果数不变。

在处理后选择一个晴天(处理后第5天),于08:00、10:00、12:00、14:00、16:00和18:00测定第3片复叶(基部算起)的光合相关参数和荧光参数,每重复测定5片叶。同时取6片第3片复叶,用液氮速冻后放入 $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ 冰箱中以备测定生理生化指标。

使用美国Li-COR公司生产的LI-6400便携式光合仪测定净光合速率(P_n)、气孔导度(G_s)、蒸腾速率(E)、胞间 CO_2 浓度(C_i)、有效光合辐射(PAR);荧光参数使用英国Hansatech公司生产的FMS-2便携式脉冲调制式荧光仪测定:将叶片暗适应20 min测定初始荧光(F_0)、暗中最大荧光(F_m)和最大光化学效率(F_v/F_m),光适应下测定得到PS II量子效率(Φ_{PSII})、光化学猝灭系数(qP)、非光化学猝灭(NPQ)、开放的PS II反应中心激发能捕获效率(F_v'/F_m'),计算公式参考文献(Genty et al., 1989; Demmig-Adams & Adams, 1996);过氧化氢(H_2O_2)测定参照Alexieva等(2001)的方法;超氧阴离子自由基(O_2^-)测定采取Zhao等(2008)的方法;超氧化物歧化酶(SOD)活性以氮蓝四唑光氧化还原50%的酶量为1个活力单位,过氧化氢酶活性(CAT)以1 min内240 nm波

长下降 0.1 为一个酶活性单位, 丙二醛 (MDA) 含量测定采用硫代巴比妥酸法, 三者的具体测定步骤参考《植物生理学实验指导》(邹琦, 2000); 还原型抗坏血酸 (AsA) 测定参考 Law 等 (1983) 的方法; 还原性谷胱甘肽 (GSH) 测定参考 Griffith (1980) 的方法。

采用 SPSS 16.0 对数据进行处理和统计分析, 使用 Excel 2007 进行作图。

2 结果与分析

2.1 草莓叶片光合速率和相关生理反应的日变化

去果降低库力明显地影响叶片 P_n 、 G_s 、 E 和 C_i 的日变化 (图 1)。在上午 10:00 时, P_n 、 G_s 达到一天之中的最大值。与留果对照相比, 去果处理 P_n 、 G_s 、 E 值都较低。留果对照和去果处理的 C_i 日变化趋势不同, 留果对照的 C_i 在 12:00 左右达到最小值, 之后随着时间的推移又开始逐渐升高, 然而去果处理的 C_i 却在 12:00 时显著增加, 从 12:00 时至 14:00 时, C_i 一直保持较高的值。

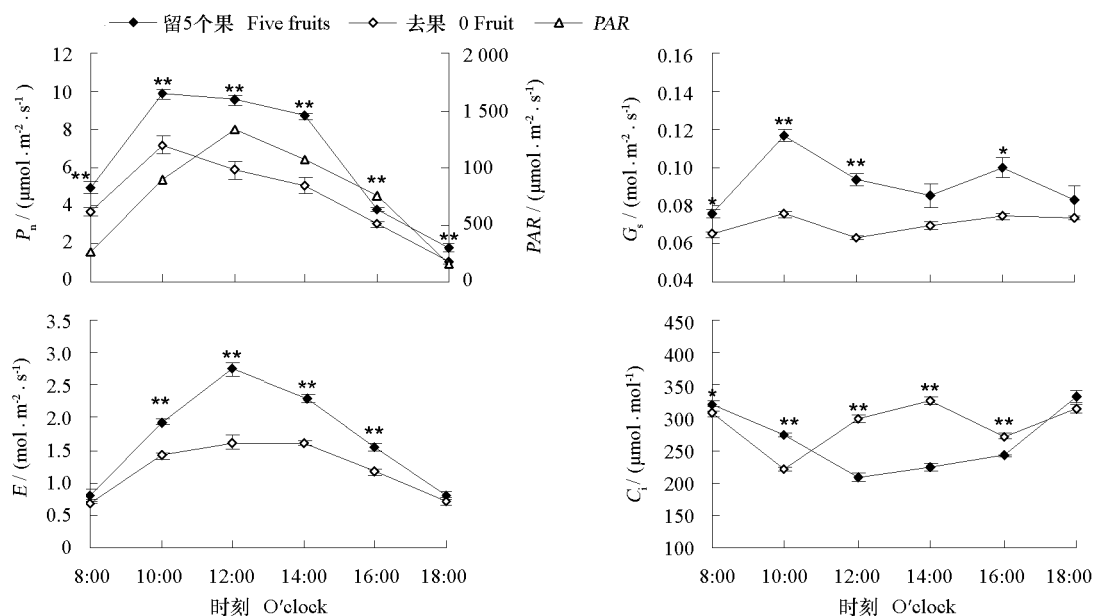


图 1 去果处理草莓叶片净光合速率 (P_n)、气孔导度 (G_s)、蒸腾速率 (E) 和胞间二氧化碳浓度 (C_i) 的日变化

Fig. 1 Diurnal variations in photosynthetic rate, stomatal conductance, transpiration rate and intercellular CO_2 concentration of 0F and 5F strawberry

* $P < 0.05$; ** $P < 0.01$. The same below.

2.2 草莓叶片荧光参数的日变化

由图 2 可见, 去果处理草莓叶片的 F_o 的日变化趋势与留果处理叶片的 F_o 的日变化趋势相似, 然而, 与留果对照相比, 去果处理却明显的增加了 F_o 。 F_v/F_m 和 $1/F_o - 1/F_m$ 两个指标分别反映了 PS II 潜在的量子效率和 PS II 反应中心活性 (Lee et al., 2001), 在两个处理中, 去果处理明显使 F_m 、 F_v/F_m 和 $1/F_o - 1/F_m$ 的值小于留果处理。与留果对照相比, 去果处理在 12:00 和下午 16:00 时极显著地降低了叶片 F_v/F_m 的值; 在一天之中的大多数时间内, 也显著地降低了叶片的 F_m 和 $1/F_o - 1/F_m$ 值。

无论是去果处理还是留果对照, F_v/F_m' 、 Φ_{PSII} 和 qP 都是在早上 8:00 达到最大值, 直到中午前后这段时间内一直降低, 在下午都有不同程度的恢复 (图 3)。 NPQ 的日变化趋势随着日照强度的

变化而变化, 从太阳出来后一直增加, 到上午达到最大值, 随后一直降低。在一天之中, 与留果对照相比, 去果明显地降低了叶片的 F_v'/F_m' 、 Φ_{PSII} 和 qP , 但是却显著增加了叶片的 NPQ 。

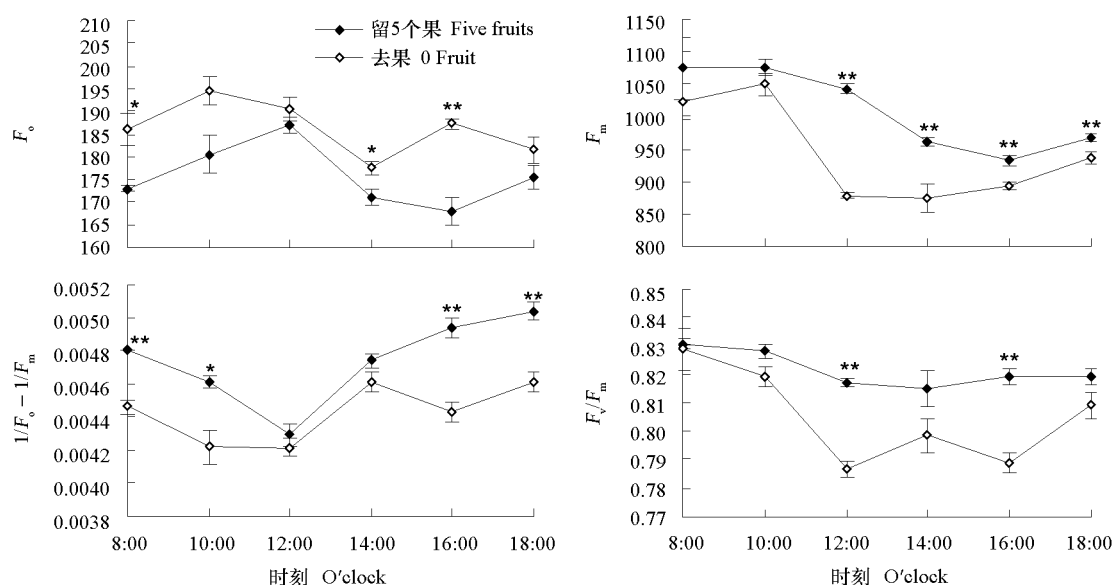


图2 去果处理草莓叶片 F_o 、 F_m 、 $1/F_o - 1/F_m$ 和 F_v/F_m 的日变化

Fig. 2 Diurnal variations in F_o , F_m , $1/F_o - 1/F_m$ and F_v/F_m of 0F (0 fruit) and 5F (five fruits) strawberry

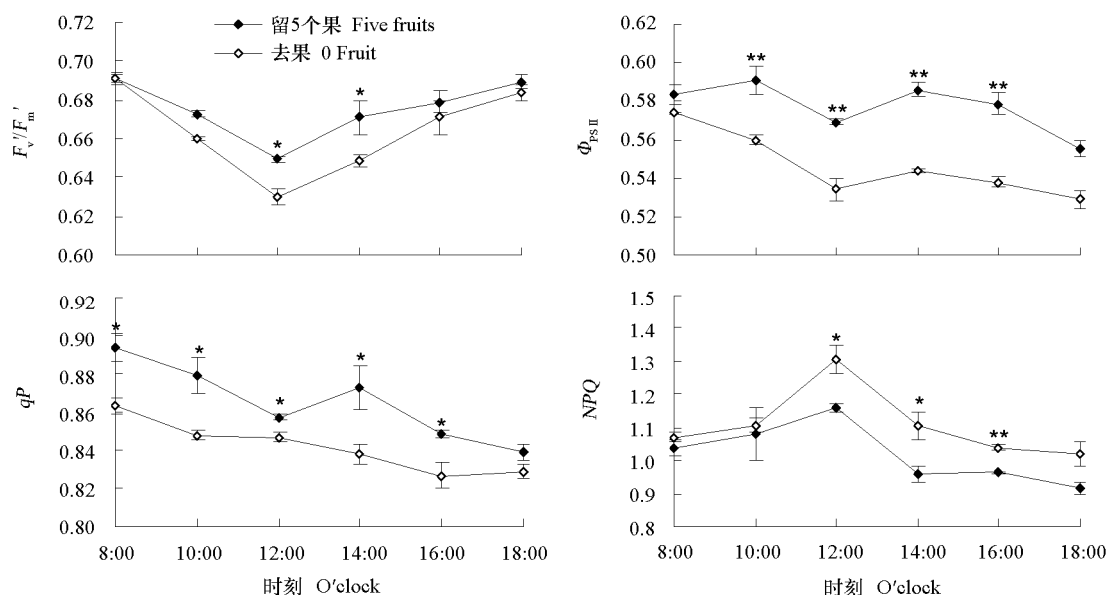


图3 去果处理草莓叶片 F_v'/F_m' 、 Φ_{PSII} 、 qP 和 NPQ 的日变化

Fig. 3 Diurnal variations in F_v'/F_m' , Φ_{PSII} , qP and NPQ of 0F (0 fruit) and 5F (five fruits) strawberry

2.3 草莓叶片 O_2^- 产生速率及 H_2O_2 、MDA 含量的日变化

留果对照和去果处理叶片 O_2^- 产生速率及 H_2O_2 、MDA 的含量都具有相似的日变化趋势 (图4)。 O_2^- 产生速率和 H_2O_2 含量的值均从早晨 8:00 开始一直上升直到 14:00 左右达到峰值, 而后开始下降; MDA 含量也是上午上升, 下午随着日照强度的降低而下降, 最大值出现在 12:00 左右。去果处理与留果对照相比, 去果显著地增加了 H_2O_2 、MDA 的含量和 O_2^- 产生速率, 在 12:00—14:00

达到最大。 H_2O_2 、 O_2^- 和 MDA 的增加预示着去果处理的叶片发生了更大程度上的活性氧伤害。

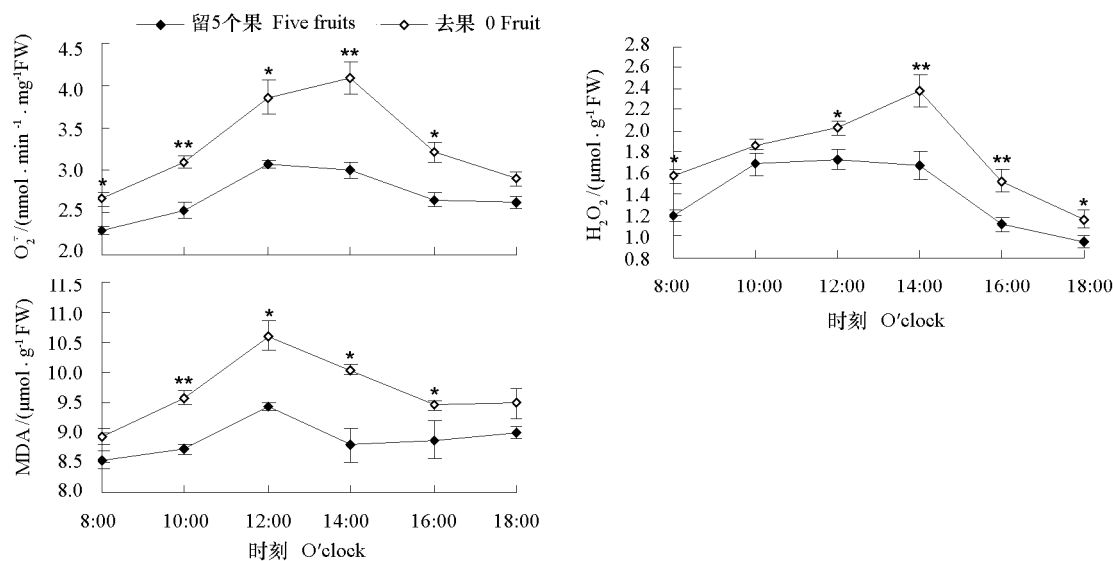


图 4 去果处理草莓叶片 O_2^- 、 H_2O_2 和 MDA 含量的日变化

Fig. 4 Diurnal variations in O_2^- , H_2O_2 and MDA of 0F (0 fruit) and 5F (five fruits) strawberry

2.4 草莓叶片活性氧清除酶活性和还原性抗氧化物质含量的日变化

从图 5 可以看出, 去果处理明显的增加了 SOD 活性变化幅度; CAT 的活性除了在 10:00 之前有所增加外, 其后不管是去果还是留果处理都呈现下降趋势。去果处理组 SOD、CAT 活性明显高于留果处理组; AsA 和 GSH 是植物体内重要的清除活性氧的抗氧化物质, 去果处理的两者含量明显高于留果对照。以上结果表明, 去果处理草莓上调了活性氧清除酶的活性和增加抗氧化物质的含量, 在一定程度上减轻了活性氧增加对草莓叶片的伤害作用。

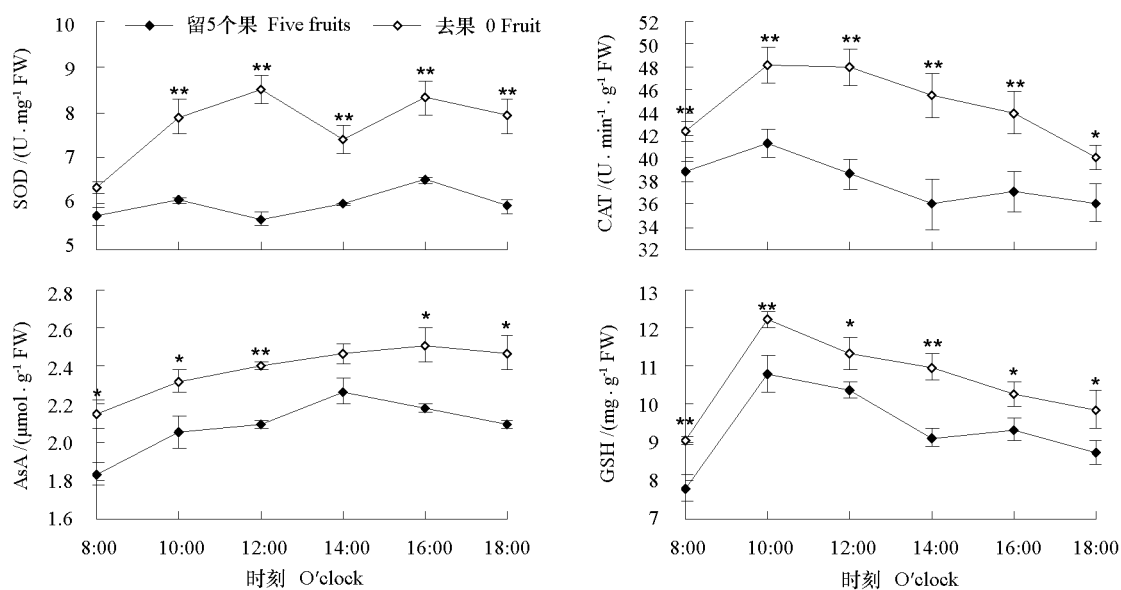


图 5 去果处理草莓叶片 SOD、CAT、AsA 和 GSH 的日变化

Fig. 5 Diurnal variations in SOD, CAT, AsA and GSH of 0F (0 fruit) and 5F (five fruits) strawberry

3 讨论

有关库源关系改变后对光合作用的影响前人做了很多研究。在其它果树上的研究表明去果处理明显地降低了叶片 P_n (Gucci et al., 1995; 朱亚静 等, 2005)。本试验中对草莓去果降低库力进行了研究, 得到类似的结果。本研究中还发现, 从 10:00 到 14:00, 去果处理叶片的 P_n 受到严重抑制的同时, 却可以观察到 12:00 到 14:00 C_i 值明显高于留果对照。Farquhar 和 Sharkey (1982) 研究认为, 当 P_n 和 G_s 降低的同时, C_i 反而较高, 这种 P_n 的降低多是由于非气孔限制所引起。

为了进一步了解去果后光合速率下降的原因, 对叶绿素荧光参数和抗氧化系统的变化进行了测定。

在低库力情况下, 往往也能观察到光抑制现象的发生 (Urban & Alphonsout, 2007)。苹果花期去花降低库力后使 F_v/F_m 降低和 F_o 升高 (Buwalda & Noga, 1994)。在本试验中发现: 与留果对照相比, 去果增加了 F_o , 表明在低库力下 PS II 反应中心受到了破坏。去果处理叶片 F_m 和 F_v/F_m 的降低可能与 PS II 反应中心受到破坏有很大关系。本研究中发现与留果对照相比, 去果降低了 $1/F_o - 1/F_m$, 表明低库力导致了 PS II 反应中心的可逆失活或者是不可逆的光抑制。

去果处理降低了叶片 Φ_{PSII} , Φ_{PSII} 的降低应该是由 qP 和 F_v/F_m 同时降低引起的。去果处理叶片 PS II 功能的降低可能是由于碳同化能力下降导致的电子传递过度还原所致。叶绿素荧光参数 NPQ 反映了热耗散效率的变化, 常常作为判定 PS II 是否过度还原的一个指标 (Ivanov & Edwards, 2000)。与留果对照相比, 去果处理 NPQ 更高, 说明叶片吸收的光能较多的用于热耗散。

由于去果处理导致光合碳同化对电子竞争力的减弱, 将会使更多电子通过 Mehler 反应交给 O_2 , 产生更多的活性氧。而过多的活性氧对细胞内的大分子物质和光合机构运转都有破坏作用, 对光合作用不利 (Niyogi, 1999)。研究表明, 在桃树去果的情况下, 观测到光抑制的发生和光合保护机制的启动 (Duan et al., 2008)。本试验结果也观察到去果处理明显地增加了叶片 H_2O_2 、 O_2^- 和 MDA 的含量, 再次说明在去果处理的叶片中发生了光氧化破坏。从一天的变化来看, 在早晨和下午光照强度较低的情况下, 这种伤害还不是很大, 光照最强的午后伤害非常明显。

抗氧化酶 SOD 和 CAT 是植物体内清除活性氧的重要酶类, 能有效清除植物体内的活性氧如 H_2O_2 和 O_2^- , 在植物遭受逆境胁迫体内活性氧增加时, 为了保护自身, 植物体会增加抗氧化酶的活性以消除活性氧 (Foyer et al., 1994; 罗丽兰 等, 2008)。此外, 抗坏血酸—谷胱甘肽循环是抗氧化防御系统的重要机制之一, 此循环包括各种抗氧化酶类以及抗氧化物质 (如 AsA 和 GSH) (Asada, 1999)。此外, AsA 和 GSH 也参与不同细胞区隔间的氧化还原的调节以保护植物免受氧化胁迫 (Conklin, 2001; 罗娅 等, 2007)。去果处理后, SOD 和 CAT 活性得到提高, AsA 和 GSH 的含量也比留果对照要高 (图 5), 说明为了应对活性氧的增多, 去果处理的草莓植株调动了体内的各种保护机制来消除过多的活性氧, 以减少伤害。

总而言之, 去果降低了库力, 使得对同化物的需求变小, 造成同化产物在叶片内的积累, CO_2 同化受阻, 从而导致碳同化对光反应能量的竞争减弱; 光合碳同化是光化学猝灭的主要的途径, 碳同化受阻也意味着光化学猝灭对光能竞争的减弱, 这样将有更多的光合能量以其它途径耗散 (如热耗散), 但是如果热耗散不能迅速的将多余的光能耗散掉, 过多的能量就会导致 PS II 供体侧或受体侧伤害, 如产生更多的单线态氧 1O_2 或 O_2^- 。这些过多的活性氧的存在必然会在一定程度上破坏光合机构, 影响光合作用的正常进行。Duan 等 (2008) 在研究低库力对桃的光合作用影响时也发现, 在低库力时有较多的活性氧的产生。

前人研究认为低库力之所以能造成的光合速率下降, 主要是由于光合同化产物积累造成光合相

关酶活性降低 (Paul & Foyer, 2001), 从而导致光合速率的降低。本研究中发现, 在低库力情况下, 碳同化受阻导致光抑制以及各种活性氧的产生对光合机构的伤害, 也可能是低库力下光合速率下降的部分原因。

References

- Alexieva V, Sergiev I, Mapelli S, Karanov E. 2001. The effect of drought and ultraviolet radiation on growth and stress markers in pea and wheat. *Plant Cell Environ*, 24: 1337 – 1344.
- Asada K. 1999. The water-water cycle. *Annu Rev Plant Physiol Plant Mol Biol*, 50: 601 – 639.
- Buwalda J G, Noga G. 1994. Intra-plant differences in leaf chlorophyll fluorescence parameters in perennial fruiting plants. *New Zealand J Crop Hort Sci*, 22: 373 – 380.
- Conklin P L. 2001. Recent advances in the role and biosynthesis of ascorbic acid in plants. *Plant Cell Environ*, 24: 383 – 394.
- Curt R R, Ferre D C. 1986. Influence of fruit on spur leaf photosynthesis and transpiration of ‘Golden Delicious’ apple. *HortScience*, 21: 1026 – 1029.
- Demmig-Adams B, Adams L I W. 1992. Photoprotection and other responses of plant to high light stress. *Annu Rev Plant Physiol Plant Mol Biol*, 43: 599 – 626.
- Demmig-Adams B, Adams L I W. 1996. Xanthophyll cycle and light stress in nature: Uniform response to excess direct sunlight among higher plant species. *Planta*, 198: 460 – 470.
- Duan Wei, Fan Pei G, Wang Li J, Li Wei D, Yan Shu T, Li Shao H. 2008. Photosynthetic response to low sink demand after fruit removal in relation to photoinhibition and photoprotection in peach trees. *Tree Physiol*, 28: 123 – 132.
- Farquhar G D, Sharkey T D. 1982. Stomatal conductance and photosynthesis. *Annu Rev Plant Physiol*, 33: 317 – 345.
- Foyer C H. 1988. Feedback inhibition of photosynthesis through source-sink regulation in leaves. *Plant Physiol Biochem*, 26: 483 – 492.
- Foyer C H, Lelandais M, Kuster K J. 1994. Photooxidative stress in plants. *Physiol Plant*, 92: 696 – 717.
- Genty B, Briantais J M, Baker N R. 1989. The relationship between quantum yield of photosynthetic electron transport and quenching of chlorophyll fluorescence. *Biochim Biophys Acta*, 990: 87 – 92.
- Griffith O W. 1980. Determination of glutathione and glutathione disulphide using glutathione reductase and 2-vinylpyridine. *Anal Biochem*, 106: 207 – 212.
- Gucci R, Grappadelli L C, Tustin S and Ravaglia G. 1995. The effect of defruiting at different stages of fruit development on leaf photosynthesis of ‘Golden Delicious’ apple. *Tree Physiol*, 15: 35 – 40.
- Horton P, Ruban A V, Walters R G. 1996. Regulation of light harvesting in green plants. *Annu Rev Plant Physiol Plant Mol Bio*, 47: 655 – 684.
- Iglesias D J, Lliso I, Tadeo F R, Talon M. 2002. Regulation of photosynthesis through source: Sink imbalance in citrus is mediated by carbohydrate content in leaves. *Physiol Plantarum*, 116: 563 – 572.
- Ivanov B, Edwards G. 2000. Influence of ascorbate and the Mehler peroxidase reaction on non-photochemical quenching of chlorophyll fluorescence in maize mesophyll chloroplasts. *Planta*, 210: 765 – 774.
- Law M Y, Charles S A, Halliwell B. 1983. Glutathione and ascorbic acid in spinach (*Spinacia oleracea*) chloroplasts. The effect of hydrogen peroxide and of paraquat. *Biochem Journal*, 210: 899 – 903.
- Lee H Y, Hong Y N, Chow W S. 2001. Photoinactivation of photosystem II complexes and photoprotection by non-functional neighbours in *Capsicum annuum* L. leaves. *Planta*, 212: 332 – 342.
- Luo Li-lan, Shi Lei, Jiang Chuang-dao, Zhang Jin-zheng. 2008. Photosynthetic characteristics and photoprotective mechanisms under various temperatures in *Lilium × formolongo* seedlings. *Acta Horticulturae Sinica*, 35 (1): 131 – 136. (in Chinese)
- 罗丽兰, 石雷, 姜闯道, 张金政. 2008. 不同温度下新铁炮百合幼苗的光合特性及其保护机制. *园艺学报*, 35 (1): 131 – 136.
- Luo Ya, Tang Hao-ru, Zhang Yong. 2007. Effect of low temperature stress on activities of SOD and enzymes of ascorbate-glutathione cycle. *Acta Horticulturae Sinica*, 34 (6): 1405 – 1410. (in Chinese)
- 罗娅, 汤浩茹, 张勇. 2007. 低温胁迫对草莓叶片 SOD 和 AsA-GSH 循环酶系统的影响. *园艺学报*, 34 (6): 1405 – 1410.
- Nii N. 1997. Changes of starch and Sorbitol in leaves before and after removal of fruits from peach trees. *Ann Bot*, 79: 139 – 144.
- Niyogi K K. 1999. Photoprotection revisited: Genetic and molecular approaches. *Annu Rev Plant Physiol Plant Mol Biol*, 50: 333 – 359.
- Paul M J, Foyer C H. 2001. Sink regulation of photosynthesis. *J Exp Bot*, 52 (360): 1383 – 1400.

- Roper T R, Keller J D, Loescher W H, Rom C R. 1988. Photosynthesis and carbohydrate partitioning in sweet cherry: Fruiting effects. *Physiol Plantarum*, 72: 42 - 47.
- Urban L, Alphonsout L. 2007. Girdling decreases photosynthetic electron fluxes and induces sustained photoprotection in mango leaves. *Tree Physiol*, 27: 345 - 352.
- Zhao L, He J X, Wang X M, Zhang L X. 2008. Nitric oxide protects against polyethylene glycol-induced oxidative damage in two ecotypes of reed suspension cultures. *Plant Physiol*, 165: 182 - 191.
- Zhu Ya-jing, Li Shao-hua, Wang Hong-qing, Jiang Quan. 2005. Effect of sink-source change on net photosynthesis and related physiological response in peach trees (*Prunus persica*). *Acta Horticulturae Sinica*, 32 (1): 11 - 14. (in Chinese)
- 朱亚静, 李绍华, 王红清, 姜全. 2005. 果实的有无对桃叶片净光合效率及相关生理反应的影响. *园艺学报*, 32 (1): 11 - 14.
- Zou Qi. 2000. Guide of experiment on plant physiology. Beijing: Agricultural Press of China: 163 - 173. (in Chinese)
- 邹琦. 2000. 植物生理学实验指导. 北京: 中国农业出版社: 163 - 173.

通 知

关于召开中国园艺学会 2011 年学术年会的通知

“中国园艺学会 2011 年学术年会”定于 2011 年 10 月 19 日至 22 日在合肥召开,会议由中国园艺学会、安徽省农业科学院主办,安徽省园艺学会、安徽省农业科学院园艺研究所承办,安徽农业大学、安徽科技学院等协办。现将会议有关事项通知如下:

一、会议主题:“加强园艺科技创新,提升园艺产业化水平”。

二、时 间:10 月 19 日报到,10 月 20 日—21 日上午召开会议;10 月 21 日下午参观园艺产业基地;22 日离会。

三、会议地点:安徽省合肥市世纪金源大饭店(安徽省合肥市徽州大道 5558 号),前台电话:0551-6868888。

四、会议主要内容:

1. 大会主题报告;
2. 学术交流;
3. 生产基地考察。

五、参会人员:

中国园艺学会第十一届理事、论文代表和从事与园艺相关的科研、教学、生产管理、技术推广等工作人员,也包括在校学生。

六、会议费用:

参会人员需交会议费 800 元/人。食宿统一安排,费用自理。请将参会回执于 8 月 20 日前发到大会议务组:liumao69@163.com,有回执的代表优先安排住宿。

七、交通信息:

1. 乘火车到合肥火车站:由合肥站打车到世纪金源大饭店(徽州大道 5558 号)约 22 公里,约需 30 元;
2. 乘飞机到合肥洛岗机场:由从洛岗机场打车到世纪金源大饭店(徽州大道 5558 号)约 7 公里,约需 12 元。
3. 附交通路线图,会议不安排接送站。

八、联系方式及联系人:

中国园艺学会联系人:

张彦 信箱: cshs@mail.caas.net.cn, 电话: 010-82109528, 传真: 010-82109528。

大会会务组(安徽省农科院)联系人:

张金云 13965065526, 信箱: zjy660@126.com, 电话: 0551-2160136, 传真: 0551-5160937;

刘茂 13965059410, 信箱: liumao69@163.com, 电话: 0551-5148022, 传真: 0551-5148022。

中国园艺学会
2011 年 6 月 5 日