

秋季不同时期秋子梨品种及野生类型叶绿素荧光特性研究

王 强, 张 茂 君, 闫 兴 凯, 丁 丽 华

(吉林省农业科学院 果树研究所, 吉林 公主岭 136100)

摘 要:以苹香梨、南果梨、寒红梨和寒酥梨 4 个品种及 1 个野生类型山梨为试材,依据秋季不同时期温度变化,对叶片叶绿素荧光参数指标进行测定。结果表明:秋季不同时期温度变化对不同梨品种光合系统造成的伤害差异较大;初始荧光参数(F_0)品种因素上差异不显著($P>0.05$),时间因素上差异极显著($P<0.01$),可变荧光参数(F_v)、最大荧光转化效率(F_v/F_m)和最大光能转化潜力(F_v/F_0)品种因素和时间因素上均表现差异极显著($P<0.01$);山梨初始荧光系数 F_0 呈现连续下降趋势,其它 4 个品种变化不明显; F_v 、 F_v/F_m 和 F_v/F_0 总体表现呈下降趋势,苹香梨、寒红梨、寒酥梨和山梨表现连续下降,南果梨中期升高,而后下降;山梨 F_0 、 F_v 、 F_v/F_m 和 F_v/F_0 各项指标变化降低幅度最大。

关键词:光合系统;秋子梨;叶绿素荧光

中图分类号:S 661.2 文献标识码:A 文章编号:1001-0009(2011)17-0001-03

从叶绿素荧光技术原理上看,叶绿素荧光参数的变化受环境变化影响较大,与季节、温度、太阳辐射强度等因素密切相关^[1]。由于其具有快速、灵敏、无损伤等特点,近年来,在植物逆境生理上的研究逐渐增多,特别在抗冷性、抗冻性等方面的研究,表现出良好的应用前景,在水稻、花旗松等植物抗寒性鉴定中得到了应用^[2-3]。该试验依据区域性气候特点(秋季温度变化频繁、昼夜温差大),选择吉林地区有代表性的 4 个秋子梨品种及 1 个野生类型,采用调制式 OS-30P 荧光仪(美国 Opti-Sciences 公司生产)测定品种叶绿素荧光参数,研究秋季温度变化对梨品种叶绿素荧光参数的影响,以探讨品种在落叶前为了适应环境变化,光合系统所做出的反应机制,为鉴定品种的抗寒性及抗寒品种育种提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验地位于吉林省农业科学院果树研究所梨品种试验园,地处吉林省中部的公主岭市,地势平缓,属温带大陆性季风气候,秋季温度变化频繁,昼夜温差大。

选择生长势一致的 4 个秋子梨品种,分别为南果梨(Nanguoli)、寒红梨(Hanhongli)、苹香梨(Pingxiangli)、寒酥梨(Hansuli),及 1 个野生类型山梨(Shanli)。供试植株生长良好、叶片无病虫害,树龄 5~7 a。

1.2 试验方法

采用调制式 OS-30P 荧光仪(美国 Opti-Sciences 公司生产),分别选择 2010 年 9 月 12、17、28 日晴朗天气,对供试品种叶绿素荧光参数进行测定。测定指标:初始荧光参数(F_0)、最大荧光参数(F_m)、PSII 最大光能转化效率(F_v/F_m)和 PSII 最大光能转化潜力(F_v/F_0)。测定时选取品种当年生枝条中部向阳叶片,挂好标签,用暗适应夹夹住叶片中部 20 min 后,将分析探头置于叶夹上,打开叶夹遮光片,将暗适应部位暴露在由 660 nm 固态光源提供的激发光下,读取 F_0 ,待 F_0 稳定后由仪器提供的饱和调制脉冲光激发,得到 F_0 、 F_m 和 F_v/F_m 。测定时间为每天上午 9:00,每个品种测 5 个叶样。

所测参数经数据采集软件 Data Capture 3.0 捕获后转换成 Excel 形式进行数据处理,并运用 DPS 软件进行统计分析,并用 Excel 作图。

2 结果与分析

2.1 秋季不同时期叶绿素荧光参数变化分析

2.1.1 叶绿素荧光参数差异性分析 为了分析不同品种和不同时期对叶绿素荧光参数的影响,对测试梨品种和类型的叶绿素荧光参数进行品种因素和时间因素 2 个水平上的双因素方差分析。由表 1 可以看出,5 个测试梨品种和类型叶绿素荧光参数 F_0 ,品种因素上差异不显著($P>0.05$),时间因素上达到极显著差异($P<0.01$); F_v 、 F_v/F_m 和 F_v/F_0 品种因素和温度因素上均达到极显著差异($P<0.01$)。

第一作者简介:王强(1975-),男,硕士,副研究员,研究方向为抗寒梨新品种选育及配套栽培技术。E-mail:wangq7505@163.com。

责任作者:张茂君(1963-),男,研究员,现主要从事抗寒梨新品种选育及配套栽培技术研究及果树新品种推广工作。E-mail:maojunzhang@yahoo.com.cn。

基金项目:国家现代农业梨产业技术体系资助项目(nycyt-x-29-07);吉林省科技支撑计划资助项目(20090258)。

收稿日期:2011-06-02

表 1

梨品种及野生类型叶绿素荧光参数方差分析

Table 1 Analysis of variance of chlorophyll fluorescence parameters in five pear cultivars and wild type of *Pyrus ussuriensis*

| 叶绿素荧光参数 Chlorophyll fluorescence parameters | 品种因素 Cultivars factor | | | P 值 P value | 时间因素 Time factor | | | P 值 P value |
|---|-----------------------|-------------------|----------------|----------------|-----------------------|-------------------|----------------|----------------|
| | 平方和 Sum of squares | 均方 Mean square | F 值 F value | | 平方和 Sum of squares | 均方 Mean square | F 值 F value | |
| F_o | 556.11 | 278.05 | 0.692 | $P>0.05$ | 6 561.18 | 1 640.30 | 6.041 | $P<0.01$ |
| F_v | 145 739.6 | 72 870 | 9.227 | $P<0.01$ | 201 011.31 | 50 252.8 | 7.272 | $P<0.01$ |
| F_v/F_o | 8.997 | 4.499 | 14.75 | $P<0.01$ | 6.795 | 1.699 | 4.526 | $P<0.01$ |
| F_v/F_m | 0.104 | 0.0521 | 9.964 | $P<0.01$ | 0.1137 | 0.028 | 5.411 | $P<0.01$ |

2.1.2 不同时期品种叶绿素荧光参数变化比较分析
通过对 4 个梨品种和 1 个野生秋子梨类型的不同时期叶绿素荧光参数变化的多重比较(LSD)发现(表 2), F_o 、 F_v 、 F_v/F_o 和 F_v/F_m 差异性分析上,除苹果梨和南果梨的 F_o 未达到显著差异($P>0.05$),其它品种的

F_o 、 F_v 、 F_v/F_o 和 F_v/F_m 均达到极显著差异($P<0.01$)。山梨 F_o 、 F_v 、 F_v/F_o 和 F_v/F_m 的值均最小,分别为 114.9、205.0、2.66 和 0.581。南果梨的 F_o 值最大,为 144.3。苹果梨的 F_v 、 F_v/F_o 和 F_v/F_m 的值最大,分别 402.5、3.86 和 0.730。

表 2 不同时期梨品种及野生类型叶绿素荧光参数变化比较

Table 2 Comparison on chlorophyll fluorescence parameters in pear cultivars and wild type of *Pyrus ussuriensis* in different periods

| 品 种 Cultivar | F_o | F_v | F_v/F_o | F_v/F_m |
|-----------------|-----------------|------------------|-----------------|-----------------|
| 苹果梨 Pingxiangli | 143.4±0.0969Aa | 402.5±0.1749Aa | 3.86±0.1671Aa | 0.730±0.0686Aa |
| 南果梨 Nanguoli | 144.3±0.1264Aa | 332.3±0.0647ABab | 3.33±0.09ABab | 0.693±0.0454Aab |
| 寒红梨 Hanhongli | 129.9±0.039ABab | 315.2±0.2775ABb | 3.43±0.1954ABab | 0.690±0.099Aab |
| 寒酥梨 Hansuli | 119.0±0.056Bb | 260.4±0.2934BCbc | 3.19±0.1998ABbc | 0.659±0.0933ABb |
| 山梨 Shanli | 114.9±0.2402Bb | 205.0±0.6102Cc | 2.66±0.2703Bc | 0.581±0.206Bc |

注:同一列不同大写字母表示 $P<0.01$ 水平差异显著,同一列不同小写字母表示 $P<0.05$ 水平差异显著。

Note: Capital letter expresses $P<0.01$ level; Small letter expresses $P<0.05$ level; Significant differences treatments in the same a column are indicated by different letters.

2.2 不同时期叶绿素荧光参数变化规律

2.2.1 F_o 的变化 F_o 是由 PSII 捕光叶绿素蛋白复合物发出的,与光合作用反应无关,与叶片叶绿素含量有关,荧光强度保持相对稳定,用来表示 PSII 反应中心可逆转程度。从图 1 可看出,从 9 月 12~28 日,寒红梨与寒酥梨 F_o 变化幅度较小,变化幅度在 3% 以下;苹果梨与南果梨 F_o 变化明显,表现为先下降后上升,28 日比 12 日测定值上升了 12.8% 和 6.2%;山梨 F_o 持续下降,28 日比 12 日测定值下降了 41.7%。从 5 个测定品种及类型的测定 F_o 结果上看,苹果梨、南果梨、寒红梨和寒酥梨 PSII 反应可逆性很强,而山梨 PSII 反应不具备可逆性。

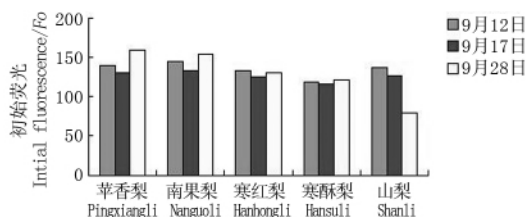
图 1 不同时期 5 个品种(类型) F_o 的变化

Fig. 1 Comparison of initial fluorescence of five cultivar in different periods

2.2.2 F_v 、 F_v/F_m 、 F_v/F_o 的变化 叶绿素荧光参数 F_v 、 F_v/F_m 和 F_v/F_o 的变化,体现叶片光合作用受到影响程度。从图 2 可看出,随着落叶期的临近,苹果梨、寒红梨、寒酥梨、山梨 4 个品种 F_v 呈现连续下降趋势。9 月 12 日,4 个梨品种 F_v 值分别为 468、318、335 和 323,苹果梨最大,寒红梨最小;28 日,4 个梨品种 F_v 明显下降,分别比 12 日降低了 29.4%、20.1%、40.2% 和 78.2%,降低幅度为山梨>寒酥梨>苹果梨>寒红梨。而南果梨 3 次测定 F_v 值分别为 336、463 和 329,表现为先升后降,最终降幅较小,为 2.04%。从图 3 可看出,5

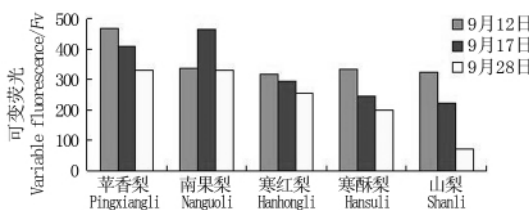
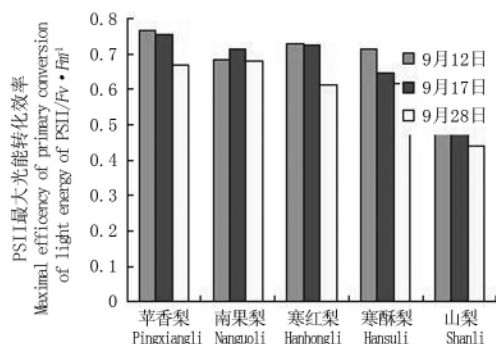
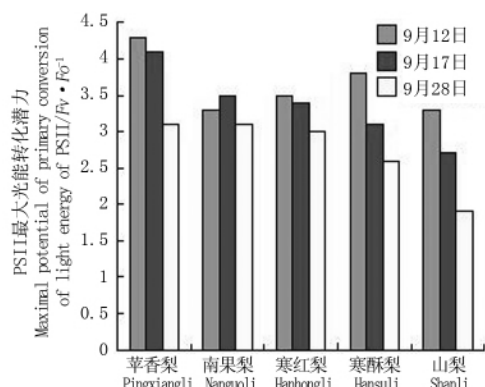
图 2 不同时期 5 个品种(类型) F_v 的变化

Fig. 2 Comparison of variable fluorescence of five cultivar in different periods

个梨品种 F_v/F_m 变化趋势与 F_v 值基本一致。9 月 28 日,苹果梨、南果梨、寒红梨、寒酥梨和山梨 F_v/F_m 值分别为 0.668、0.678、0.614、0.617 和 0.439,比 9 月 12 日降低了 13.0%、0.89%、15.6%、13.5% 和 35.1%,降低幅度山梨>寒红梨>寒酥梨>苹果梨>南果梨。 F_v/F_m 值降低表明,由于受气温和光照强度下降的影响,叶片 PSII 的光能转换效率降低。从图 4 可看出,9 月 12 日,苹果梨、南果梨、寒红梨、寒酥梨和山梨 5 个梨品种 F_v/F_o 分别为 4.3、3.3、3.5、3.8 和 3.3,表明此时南果梨和山梨受低温影响,叶片 PSII 潜在活性降低。随着时间的推移,苹果梨、寒红梨、寒酥梨和山梨 4 个梨品种 F_v/F_o 变化趋势相同,随着温度降低而降低,9 月 17 日各品种均出现了明显降低,9 月 28 日分别降低到 3.1、3.2、2.6 和 1.9,比 12 日下降了 27.9%、14.3%、31.6% 和 42.4%。而南果梨 F_v/F_o 变化,由 9 月 12 日的 3.3 上升到 9 月 17 日的 3.5,9 月 28 日下降到 3.1,最终降幅为 6.06%。结果表明,随着落叶期临近,气温的改变,造成叶片光合机构的伤害,叶片 PSII 潜在活性均有不同程度降低,山梨受秋季自热温度变化影响显著,南果梨受到的影响较小。

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

图3 不同时期5个品种类型 F_v/F_m 的变化Fig. 3 Comparison of F_v/F_m of five cultivar in different periods图4 不同时期5个品种类型 F_v/F_o 的变化Fig. 4 Comparison of F_v/F_o of five cultivar in different periods

合作用信息,因其极易受逆境影响^[4],且由于其具有快速、灵敏、无损伤的特点,进而用于探测逆境对植物光合作用影响研究中。在苹果、西葫芦、茄子和水稻等植物低温胁迫研究中^[5-8],不同低温处理,直接引发植物光合作用中光合机构的损伤,同时也影响光合电子传递和光合磷酸化以及暗反应的有关酶,导致植物发生光抑制。该试验通过秋季不同时期伴随温度波动性变化,对梨品种叶绿素荧光参数进行测定。结果表明,测试梨品种或类型的 F_o 品种间差异不显著 ($P > 0.05$), F_v 、 F_v/F_m 和 F_v/F_o 品种因素和时间因素均达到极显

著差异 ($P < 0.01$),说明测试品种或类型受到了秋季波动性温度变化的胁迫,发生了光抑制。随着秋季自然温度变化,不同品种叶片光合机构都遭到不同程度的伤害,光合能力下降, F_v 、 F_v/F_m 和 F_v/F_o 最终表现均呈下降趋势,表明5个梨品种的原初光能转换效率随自然温度变化而变化,并随温度降低逐渐下降,导致各个梨品种和类型 PSII 潜在光合能力降低,降低幅度为山梨 > 寒酥梨 > 苹香梨 > 寒红梨 > 南果梨,以山梨 PSII 潜在光合能力降低幅度最大,受秋季温度变化影响显著;南果梨降低幅度最小,且在降低的过程中呈现先升高后降低的过程,与其它参试品种变化有所不同。

在以往研究中,通常在模拟自然低温环境下研究低温胁迫对叶绿素荧光参数产生的影响,进而分析低温胁迫与叶绿素荧光参数变化规律。而该试验依据秋季自然温度变化,研究其对品种叶片 PSII 反应的影响,但由于受自然温度波动性变化、品种落叶期不同、叶片光合性能丧失等因素影响,相关指标缺少重复性,还不能真正体现品种本身抗寒性变化与荧光参数之间的关系。因此如何确定 PSII 反应变化自然临界温度,进而明确落叶前期叶绿素荧光参数变化与品种抗寒性之间的关系,还有待进一步研究。

参考文献

- [1] 王国莉,郭振飞. 甲基紫精对水稻不同耐冷品种叶绿素荧光参数的影响[J]. 武汉植物学研究, 2008, 26(1): 81-86.
- [2] 刘建福. 澳洲坚果叶片光合速率和叶绿素日变化[J]. 西南农业大学学报, 2006, 28(2): 271-274.
- [3] 张杰,邹学忠,杨传平,等. 不同蒙古栎种源的叶绿素特性[J]. 东北林业大学学报, 2005, 33(3): 21-21.
- [4] 王环玉,罗英. 水分胁迫对茶树叶绿素 a 荧光动力学的影响[J]. 绵阳师范学院学报, 2003, 22(2): 61-63.
- [5] 毛桂莲,许兴,张澜. NaCl 胁迫对枸杞叶绿素荧光特性和活性氧代谢的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2005, 23(5): 118-121.
- [6] Rohack K, Bartak M. Technique of the modulated chlorophyll fluorescence; basic concepts, useful parameters and some applications[J]. Photosynthetic, 1999, 37(3): 339-363.
- [7] 姚小蕊,潘存德,李冬梅,等. 11 种人工栽培树木叶绿素荧光特性比较[J]. 干旱区研究, 2009, 26(4): 555-557.
- [8] 王世伟,潘存德,张大海,等. 新疆 11 个杏品种叶绿素荧光特征比较[J]. 新疆农业科学, 2010, 47(1): 637-643.

Study of Chlorophyll Fluorescence Characteristics on the Pear Cultivars and Wild Type of *Pyrus ussuriensis* During Different Periods in Autumn

WANG Qiang, ZHANG Mao-jun, YAN Xing-kai, DING Li-hua
(Fruit Research Institute, Jilin Academy of Agricultural Sciences, Gongzhuling, Jilin 136100)

Abstract: By different period natural, the chlorophyll fluorescence index were studied in this paper with the leaf of 'Pingxiangli', 'Nanguoli', 'Hanhongli', 'Hansuli' and 'Shanli' (*Pyrus ussuriensis*) as materials. The results showed that the variable temperature during different periods natural, the leaf photosynthetic system of pear were caused damage for different varieties. There was no significant differences in F_o ($P > 0.05$) in variety factors, and extremely significant in F_o ($P < 0.01$) in time factors, but there were extremely significant differences in F_v , F_v/F_m and F_v/F_o ($P < 0.01$) among variety and temperature factors; The F_o of the 'Shanli' (*Pyrus ussuriensis*) present continuous decline, the other four varieties does not change significantly; the F_v , F_v/F_m and F_v/F_o were tending to decline of overall, the 'Pingxiangli', 'Hanhongli', 'Hansuli' and 'Shanli' (*Pyrus ussuriensis*) present continuous decline, the 'Nanguoli' went up in mid and descended again later; The F_o , F_v , F_v/F_m and F_v/F_o of 'Shanli' were the biggest variation amplitude.

Key words: photosynthetic system; *Pyrus ussuriensis*; chlorophyll fluorescence