

孙俊,宋彩惠,毛罕平,等.不同品种叶用莴苣叶绿素荧光参数比较[J].江苏农业科学,2014,42(1):117-119.

不同品种叶用莴苣叶绿素荧光参数比较

孙俊¹,宋彩惠¹,毛罕平²,宋飞龙³,刘泉¹

(1. 江苏大学电气信息工程学院, 江苏镇江 212013; 2. 江苏大学江苏省现代农业装备与技术重点实验室, 江苏镇江 212013;

3. 江苏大学京江学院, 江苏镇江 212013)

摘要:比较了意大利全年耐抽薹叶用莴苣、香港玻璃温室叶用莴苣、大禹奶油叶用莴苣 3 种叶用莴苣的叶绿素荧光参数,结果表明:意大利全年耐抽薹叶用莴苣生长较快,PS II 活性较高、光能转化效率较高、光合电子传递速度较快,适合在江苏地区广泛种植。

关键词:叶用莴苣;光合效率;叶绿素荧光参数

中图分类号: S636.201 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2014)01-0117-03

叶用莴苣含有丰富的蛋白质、碳水化合物、维生素及矿物质,具有清热、消炎、镇痛、催眠、降低胆固醇、治疗神经衰弱等功能,同时能消除多余脂肪,被称为减肥叶用莴苣。叶绿素荧光参数能够快速准确反映作物光合特性,可以通过分析各种荧光参数来获取有关光能利用途径的信息^[1-2]。目前叶绿素荧光技术已被广泛应用于植物栽培^[3]、植物营养元素诊断等

领域^[4-6]。张秀茹等测定了不同松树品种叶绿素荧光参数^[7]。研究人员比较了 3 种油茶叶绿素荧光参数,发现博白大果油茶生长较快^[8-9]。本研究分析了 3 个叶用莴苣品种的叶绿素荧光参数,探测了不同品种叶用莴苣光合能力差异,旨在了解不同叶用莴苣品种的光合特性。

1 材料与方法

1.1 材料

试验在江苏大学玻璃温室内进行,温室东西长 100 m,南北宽 50 m,顶高 5.0 m,总面积 5 000 m²,由计算机自动控制温室内温度、湿度、光照强度、CO₂ 浓度、pH 值,温室温度维持在 25~32 ℃,相对湿度为 50%~70%。使用珍珠岩盆栽,每盆 1 株,盆高 11 cm,口径 16 cm。供试叶用莴苣品种为意大利全年耐抽薹叶用莴苣、香港玻璃温室叶用莴苣、大禹奶油叶用莴苣,采用穴盘育苗,于 2 叶 1 心期移栽。试验于 2012 年

收稿日期:2013-05-28

基金项目:国家自然科学基金(编号:31101082,61075036);江苏省高校优势学科建设工程(编号:苏政办发 2011 6 号);江苏省高等学校大学生实践创新训练计划(编号:重点项目 201310299011Z、一般项目 2013139806005Y)。

作者简介:孙俊(1978—),男,江苏泰兴人,博士,副教授,从事计算机技术在农业工程中的应用研究。E-mail: sun2000jun@ujs.edu.cn。

参考文献:

- [1] Mahajan S T, Naik R M, Dalvi U S. Assessment of biochemical markers in differentiating sugarcane genotypes for salt tolerance[J]. Sugar Technology, 2013, 15(2): 116-121.
- [2] Liu Z X, Bie Z L, Huang Y, et al. Rootstocks improve cucumber photosynthesis through Nitrogen metabolism regulation under salt stress[J]. Acta Physiologiae Plantarum, 2013, 35(7): 2259-2267.
- [3] 王英,李宏,崔彦茹,等.从回交导入群体中筛选耐盐和抗旱水稻植株[J].分子植物育种,2010,8(6):1133-1141.
- [4] Zhao H Z, Yang H Q. Exogenous polyamines alleviate the lipid peroxidation induced by cadmium chloride stress in *Malus hupehensis* Rehd[J]. Scientia Horticulturae, 2008, 116(4): 442-447.
- [5] Zhang G W, Liu Z L, Zhou J G, et al. Effects of Ca(NO₃)₂ stress on oxidative damage, antioxidant enzymes activities and polyamine contents in Roots of grafted and non-grafted tomato plants[J]. Plant Growth Regulation, 2008, 56(1): 7-19.
- [6] Krishnamurthy R, Bhagwat K A. Polyamines as modulators of salt tolerance in rice cultivars[J]. Plant Physiology, 1989, 91(2): 500-504.
- [7] 高洪波,刘艳红,郭世荣,等.低氧胁迫下钙对网纹甜瓜幼苗多胺含量及多胺氧化酶活性的影响[J].植物生态学报,2005,29(4):

652-658.

- [8] Cakmak I, Marschner H. Magnesium deficiency and high light intensity enhance activities of superoxide dismutase, ascorbate peroxidase, and glutathione reductase in bean leaves[J]. Plant Physiology, 1992, 98(4): 1222-1227.
- [9] Nakano Y, Asada K. Hydrogen peroxide is scavenged by ascorbate-specific peroxidase in spinach chloroplasts[J]. Plant Cell Physiology, 1981, 22(5): 867-880.
- [10] 王爱国,罗广华.植物的超氧化物自由基与羟胺反应的定量关系[J].植物生理学通讯,1990,26(6):55-57.
- [11] Shen W, Nada K, Tachibana S. Involvement of polyamines in the chilling tolerance of cucumber cultivars[J]. Plant Physiology, 2000, 124(1): 431-439.
- [12] 王聪,朱月林,杨立飞,等. NaCl 胁迫对菜用大豆种子游离态多胺含量的影响[J].西北植物学报,2009,29(3):499-505.
- [13] Santa-Cruz A, Acosta M, Perez A F, et al. Changes in free polyamine levels induced by salt stress in leaves of cultivated and wild tomato species[J]. Physiologia Plantarum, 1997, 101(2): 341-346.
- [14] 吴晶晶,朱月林,张古文,等. NaCl 胁迫对结荚期毛豆叶片抗氧化酶活性和脯氨酸含量的影响[J].江苏农业科学,2008(2): 135-137.

9—11 月进行,10 月 1 日在江苏大学温室内进行育苗,10 月 17 日选择长势、大小一致的叶用莴苣苗移栽到塑料盆中,每盆 1 株,采用珍珠岩栽培,采用山崎营养液,每个品种均移栽 30 株。

1.2 数据采集

于 2012 年 11 月 8—18 日(发棵期)采用德国 M 系列调制叶绿素荧光仪 IMAGING-PAM 测定叶绿素荧光参数,所有指标均重复测定 3 次,取平均值。选取不同品种叶用莴苣的完全展开叶片进行测定,测定时间为 09:00—11:00。用黑布将待测叶片蒙上,暗适应处理 20 min 后,将叶片固定在载物台上。测量基础荧光值 F_0 、最大荧光值 F_m 、最大光量子产量 F_v/F_m 。适应 20 min 后打开光化光,待荧光值稳定后,点击 SAT-PULSE,测量 Yield(PS II 实际光合效率)、 q_N (非光化学淬灭系数)、 q_P (光化学淬灭系数)、ETR(电子相对传递速率)等荧光参数。用 Excel 软件处理数据。

2 结果与分析

2.1 不同品种叶用莴苣叶片基础荧光值、最大荧光值

初始荧光值 F_0 也称基础荧光,是 PS II 反应中心处于完全开放时的荧光产量。最大荧光产量 F_m 是 PS II 处于完全关闭时的荧光产量,可反映通过 PS II 的电子传递情况^[9]。由图 1 可知,3 个叶用莴苣品种 F_0 值由小到大依次为:意大利全年耐抽薹叶用莴苣 < 大禹奶油叶用莴苣 < 香港玻璃温室叶用莴苣, F_m 值由大到小依次为:意大利全年耐抽薹叶用莴苣 > 大禹奶油叶用莴苣 > 香港玻璃温室叶用莴苣,香港玻璃温室叶用莴苣最大荧光值比意大利全年耐抽薹叶用莴苣低 31%。

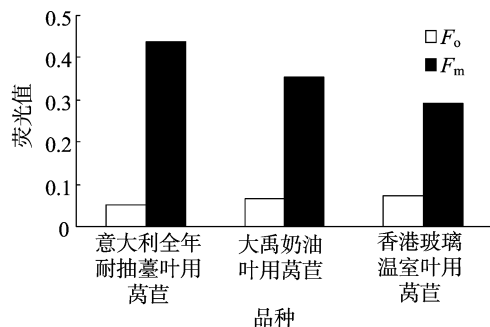


图1 不同品种叶用莴苣基础荧光值、最大荧光值

2.2 不同品种叶用莴苣叶片最大光合效率(F_v/F_m)、实际光合效率(Yield)

F_v/F_m 是 PS II 的最大光合效率,是植物在逆境胁迫条件下发生光抑制的敏感指标^[10],它的变化代表 PS II 光化学效率发生变化, F_v/F_m 越低,说明植物发生光抑制的程度越高^[8]。Yield 是 PS II 实际光化学效率,反映 PS II 反应中心部分关闭情况下实际 PS II 光能捕获效率。由图 2 可知,3 个叶用莴苣品种 F_v/F_m 值由大到小依次为:意大利全年耐抽薹叶用莴苣 > 大禹奶油叶用莴苣 > 香港玻璃温室叶用莴苣,3 个叶用莴苣品种 Yield 值由大到小依次为:意大利全年耐抽薹叶用莴苣 > 大禹奶油叶用莴苣 > 香港玻璃温室叶用莴苣。意大利全年耐抽薹叶用莴苣具有较高的光能利用率与光合潜能。

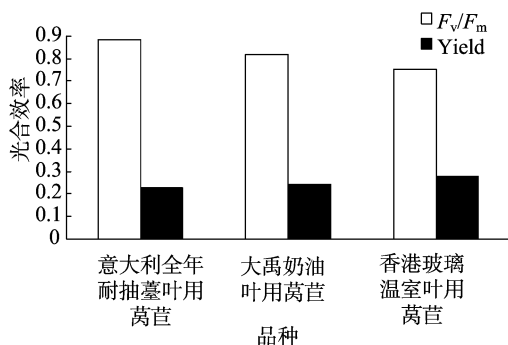


图2 不同品种叶用莴苣最大光合效率、实际光合效率

2.3 不同品种叶用莴苣叶片光化学淬灭系数(q_P)、非光化学淬灭系数(q_N)

荧光淬灭是植物体内光合量子效率调节的重要方面,分为光化学淬灭、非光化学淬灭 2 类。 q_P 反映作物吸收的光能中用于光化学传递的份额,其值越大表示 PS II 电子传递活性越高、PS II 反应中心开放的比例越大; q_N 反映 PS II 光合作物吸收的光能中不能用于光合电子传递、以热的形式耗散掉的光能部分^[10]。由图 3 可知,3 个叶用莴苣品种 q_N 值由小到大依次为:意大利全年耐抽薹叶用莴苣 < 大禹奶油叶用莴苣 < 香港玻璃温室叶用莴苣; q_P 值由大到小依次为:意大利全年耐抽薹叶用莴苣 > 大禹奶油叶用莴苣 > 香港玻璃温室叶用莴苣。意大利全年耐抽薹叶用莴苣 PS II 反应中心开放比例较高、电子传递能力较强、光能利用率较高。

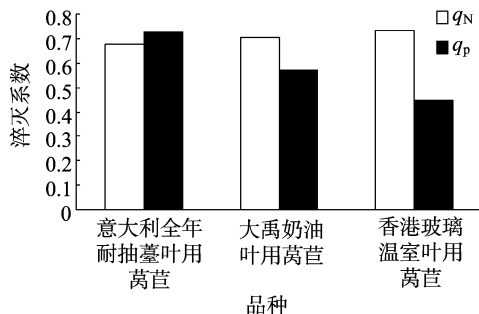


图3 不同品种叶用莴苣非光化学淬灭系数、光化学淬灭系数

2.4 不同品种叶用莴苣快速动力学曲线

叶片吸收的光能有一部分通过原初反应、电子传递、碳同化过程被转换为稳定的化学能保存在植物体内,其余的用于发射荧光、磷光及进行热耗散^[11]。如果光能未过量,ETR(表观光合电子传递速率)与 PAR(光合有效辐射)呈线性关系;当光能过量时,ETR 与 PAR 不呈线性关系,最后 ETR 达到饱和^[12]。PS II 的 ETR 反映实际光强条件下表观电子传递速率,可作为植物光合电子传递效率快慢的指标。由图 4 可知,ETR 随着光强的增加不断增加,当光强增大到一定程度时,ETR 趋于稳定。意大利全年耐抽薹叶用莴苣、香港玻璃温室叶用莴苣、大禹奶油叶用莴苣光合电子传递能力不同。在同等光强条件下,意大利全年耐抽薹叶用莴苣的电子传递能力最强,大禹奶油叶用莴苣的光合电子传递能力最差。由此可知,意大利全年耐抽薹叶用莴苣适合在江苏地区大面积种植。

2.5 不同品种叶用莴苣叶绿素荧光参数相关性分析

由表 1 可知,基础荧光 F_0 与最大荧光 F_m 、最大光量子产

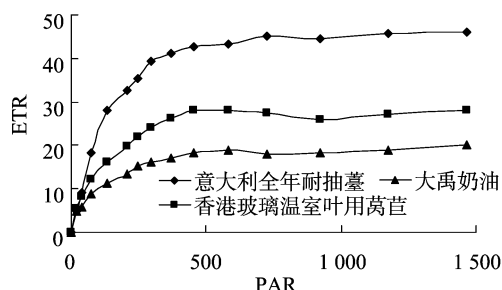


图4 不同品种叶用莴苣表观光合电子传递速率(ETR)对光响应曲线

表 1 不同品种叶用莴苣叶绿素荧光参数的相关性

参数	相关系数						
	F_o	F_m	F_v/F_m	Yield	q_N	q_P	产量
F_o	1.000						
F_m	0.751 104 **	1.000					
F_v/F_m	0.654 488 **	0.768 295 **	1.000				
Yield	0.677 959 **	-0.527 33 **	-0.856 32 **	1.000			
q_N	0.701 361 **	-0.580 65 **	-0.967 25 **	0.959 364 **	1.000		
q_P	-0.699 45 **	-0.653 53 **	0.598 048 **	-0.926 03 **	-0.781 9 **	1.000	
产量	-0.897 82 **	-0.383 63 **	0.296 383 **	-0.747 04 **	-0.529 11 **	0.942 701 **	1.000

注：“*”表示显著相关($P < 0.05$)；“**”表示极显著相关($P < 0.01$)。

2.6 不同品种叶用莴苣光化学淬灭系数(q_P)变化趋势

由图 5 可知,3 个叶用莴苣品种 q_P 值变化明显不同,意大利全年耐抽莖叶用莴苣 q_P 值逐渐升高,说明该品种叶用莴苣的光合利用率逐渐增强、叶用莴苣吸收的光能用于光化学传递的份额逐渐增大,PS II 电子传递活性越来越高。大禹奶油叶用莴苣 q_P 值先上升后下降最后趋于稳定,香港玻璃温室叶用莴苣 q_P 值先上升后下降,说明这 2 个品种叶用莴苣光合作用明显受到抑制,叶用莴苣吸收的光能不能很好地用于电子传递,不适宜在江苏地区种植。

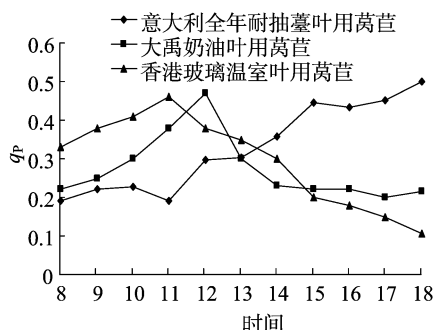


图5 不同品种叶用莴苣光化学淬灭系数(q_P)变化趋势

3 结论与讨论

叶绿素荧光分析方法可用于测定作物叶片光合效率,叶绿素荧光参数是选育、鉴定优良品种的重要指标^[13]。本研究表明,意大利全年耐抽莖叶用莴苣的 F_v/F_m 、 q_P 、ETR 值均较高,说明此品种叶用莴苣的光合器官能把捕获的光能较充分、高效地转化为稳定的化学能,PS II 活性光合潜能较高,适宜在江苏地区种植。

量 F_v/F_m 、PS II 实际光合效率 Yield、非光化学淬灭系数 q_N 呈极显著正相关,与光化学淬灭系数 q_P 呈极显著负相关;最大荧光 F_m 与 PS II 实际光合效率 Yield、非光化学淬灭系数 q_N 、光化学淬灭系数 q_P 呈极显著负相关,与最大量子产量 F_v/F_m 呈极显著正相关;最大量子产量 F_v/F_m 与 PS II 实际光合效率 Yield、非光化学淬灭系数 q_N 呈极显著负相关;光化学淬灭系数 q_P 与最大量子产量 F_v/F_m 呈极显著正相关,与基础荧光 F_o 、最大荧光 F_m 、PS II 实际光合效率 Yield、非光化学淬灭系数 q_N 均呈极显著负相关。产量与 q_P 之间呈极显著正相关,说明叶片吸收的光能用于光合作用的份额越大,叶用莴苣产量越高。

参考文献:

- [1] 牟会荣,姜 东,戴廷波,等. 遮荫对小麦旗叶光合及叶绿素荧光特性的影响[J]. 中国农业科学,2008,41(2):599-606.
- [2] 薛延丰,刘兆普. 利用叶绿素荧光参数筛选抗盐菘苣品种的初步研究[J]. 高技术通讯,2008,18(7):766-770.
- [3] 陈小凤,李杨瑞,叶燕萍,等. 利用叶绿素荧光参数和净光合速率评价引进禾本科牧草的抗旱性[J]. 草业科学,2007,24(5):53-57.
- [4] 张雪洁,谭晓风,袁 军,等. 低磷胁迫对油茶叶绿素荧光参数的影响[J]. 经济林研究,2012,30(2):48-51.
- [5] 王春萍,雷开荣,李正国,等. 低温胁迫对水稻幼苗不同叶龄叶片叶绿素荧光特性的影响[J]. 植物资源与环境学报,2012,21(3):38-43.
- [6] 郭春芳,孙 云,唐玉海,等. 水分胁迫对茶叶叶片叶绿素荧光特性的影响[J]. 中国生态农业学报,2009,17(3):560-564.
- [7] 张秀茹,郭卫华,王仁卿,等. 三种松树叶绿素荧光特征比较研究[J]. 山东林业科技,2010,40(2):1-5.
- [8] 刘立云,李 艳,杨伟波,等. 不同品种油茶叶绿素荧光参数的比较研究[J]. 热带作物学报,2012,33(5):886-889.
- [9] 刘 明,孙世贤,齐 华,等. 水分胁迫对玉米苗期叶绿素荧光参数的影响[J]. 玉米科学,2009,17(3):95-98.
- [10] 刘志梅,蒋文伟,杨广远,等. 干旱胁迫对 3 种金银花叶绿素荧光参数的影响[J]. 浙江农林大学学报,2012,29(4):533-539.
- [11] 匡廷云. 光合作用原初光能转化过程的原理与调控[M]. 南京:江苏科学技术出版社,2003:3-10.
- [12] 贺立红,贺立静,梁 红. 银杏不同品种叶绿素荧光参数的比较[J]. 华南农业大学学报,2006,27(4):43-46.
- [13] 周可金,肖文娜,官春云. 不同油菜品种角果光合特性及叶绿素荧光参数的差异[J]. 中国油料作物学报,2009,31(3):316-321.