

粳型杂交稻寒优湘晴与武育粳 3 号 苗期光合特性的比较

邵志广¹, 陈国祥², 王娜², 刘双², 杨艳华², 刘少华²

(1. 江苏丹阳师范学校, 丹阳 212300)

(2. 南京师范大学生命科学学院, 南京 210097)

[摘要] 研究了粳型杂交稻与粳型品种的光合特性. 结果表明: 杂交稻的根系活跃吸收面积、叶片单位鲜重的光合色素含量明显优于粳型品种, 它的 PS I 还原能力、PS II 氧化能力和叶片的光合速率, 以及对光能的吸收能力均高于非杂交稻. 杂交稻类囊体膜中与光合放氧有关的相对分子量为 16 000—18 000、22 000—25 000 多肽组分在量上也优于粳型品种. 根据所得的实验结果, 认为杂交稻在光合特性上表现出杂交优势.

[关键词] 杂交稻, 根系活力, 根系活跃吸收面积, 光合特性

[中图分类号] S511.01; [文献标识码] A; [文章编号] 1001-4616(2001)04-0107-04

水稻是我国的重要粮食作物, 杂交稻由于存在明显的杂交优势, 是提高水稻产量的重要途径, 已大面积应用于生产实践. 在遗传特性及育种方面, 前人对杂交稻优势已进行了大量的研究并取得了进展^[1~3]. 水稻积累的干物质 90% 以上来自于稻叶等绿色器官光合作用合成的碳水化合物, 因而光合特性是衡量杂交稻优势的重要生理指标, 改进光合特性将有利于提高杂交稻的光合生产力, 进而提高产量. 杂交稻叶片在光合性能及生理生化特性方面是否存在一定的杂种优势已引起人们的注意. 本实验对粳型杂交稻和粳型品种在光合特性等方面加以对比, 以期揭示杂交稻叶片的生理生化特性及优势.

1 材料和方法

1.1 材料培养

实验材料粳型杂交稻寒优湘晴(寒丰 A × 湘晴 4144, 上海闵行区种子公司提供), 对照材料粳型品种武育粳 3 号种子经 0.1% HgCl₂ 溶液表面灭菌 15 min, 自来水冲洗干净, 暗中浸种 36 h (25℃) 后, 在铺有 4 层湿吸水纸的搪瓷盘中催芽 48 h (30℃). 露白后, 分别挑选萌发程度一致的种子播于盛有蛭石的瓷盘中, 隔天补充木村 B 培养液(pH 4.9~5.1), 每天光照 12 h [光子通量为 100 μmol/(m²·s)], 在 28℃/22℃(昼/夜)下培养. 待长到四叶一心期时, 取第四叶加以测定, 每组重复 3 次, 取其平均值进行计算.

1.2 测定方法

1.2.1 叶绿素含量的测定

按 Arnon^[4]的方法, 用 UV-754 型分光光度计对鲜叶进行测定, 以 mg/g 表示.

收稿日期 2001-04-01

基金项目 江苏省教育厅高校科研项目(1999SWX0000SJ1)

作者简介 邵志广, 1959—, 江苏省丹阳师范学校高级讲师, 主要从事植物学的教学与研究.

通讯联系人 陈国祥, 1963—, 博士, 南京师范大学生命科学学院副教授, 主要从事植物生理学的教学与研究.

1.2.2 根系活力和活跃吸收面积的测定

以 α -萘胺氧化法^[5]和甲烯蓝吸附法^[5]分别加以测定.

1.2.3 光合速率的测定

按照李德耀^[6]的方法,采用薄膜氧电极测定叶片的光合速率,以叶碎片放氧的速率表示.

1.2.4 类囊体膜的制备

参照 Dunahay(1984)^[7]的方法制备具光化学活性的类囊体膜.

1.2.5 类囊体膜 PS I、PS II 及全电子链传递活性的检测

按照 Cooms *et al*(1985)^[8]的方法,采用薄膜氧电极和自动记录装置分段测定 PS I 还原能力和 PS II 放氧活性.

1.2.6 类囊体膜室温吸收光谱的测定

用 UV-754 型分光光度计测定类囊体膜的室温吸收光谱,测定时 Chl 含量为 10 $\mu\text{g/mL}$.

1.2.7 类囊体膜多肽组分分析

参照 Laemmli(1970)^[9]的方法进行 SDS-PAGE 分离多肽组分,分子量的确定根据标准蛋白的迁移率采用对数回归法计算.

2 结果与讨论

2.1 根系活力和吸收面积优势的比较

根系是进行物质的吸收、合成、贮藏等生理活动的器官,因而根系的活性是植物生长的重要生理指标之一.本实验结果表明:寒优湘晴的根系活力和活跃吸收面积分别是武育粳 3 号的 103.32%和 158.94%,这表明杂交稻在根系活力上没有表现出特别的优势但在活跃吸收面积却具有一定的杂交优势.

2.2 光合特性优势的比较

2.2.1 叶绿素含量及光合速率差异

实验结果显示:寒优湘晴的叶绿素含量和光合速率分别是武育粳 3 号的 108.95%和 140.06%.叶绿素含量高低和光合速率大小在一定程度上能够体现出光合作用的强弱,因而本实验的结果显示出杂水稻的光合优势.

表 1 根系活力和活跃吸收面积

品种	根系活力/ [$\mu\text{g}/(\text{g}\cdot\text{h})$]	活跃吸收面积/ m^2
寒优湘晴	0.124	8.36
武育粳 3 号	0.120	5.26

表 2 叶绿素含量和光合速率

品种	叶绿素含量/ (mg/g)	光合速率/ [$\mu\text{mol}/(\text{g}\cdot\text{h})$]
寒优湘晴	2.80	130.61
武育粳 3 号	2.57	93.25

2.2.2 类囊体膜 PS I、PS II 及全电子链传递活性

以 $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ 和 MV 作为电子受体,分别测定了 PS I 的还原能力、PS II 光合放氧速率及全电子链的传递活性.结果显示:寒优湘晴的 PS I 还原能力和 PS II 光合放氧速率均强于武育粳 3 号,分别是后者的 1.25 倍和 1.30 倍,而寒优湘晴的全电子链活性也仍然高于武育粳 3 号,是其 1.5 倍.这表明杂交稻寒优湘晴的电子传递活性优于武育粳 3 号.

2.2.3 类囊体膜的室温吸收光谱

由图 1 可以看出,在含等量叶绿体的情况下,杂交稻寒优湘晴与武育粳 3 号的类囊体膜,其室温吸收光谱的谱带形状十分类似,在光谱带的红区和蓝区各有一个吸收峰,它们分别在

678 nm 和 436 nm 处 ,而且在 470 nm 处都各有一个明显的吸收肩峰 .但是 ,寒优湘晴在整个吸收光谱上 ,特别是在红区和蓝区的主峰处 ,都比武育粳 3 号有更大的光吸收 ,从而有利于它的叶片在自然状态下 ,更加充分地吸收光能 ,为反应中心积累更充足的能量 ,以供应反应中心把更多的光能转化为生物化学能奠定良好基础 .

表 3 类囊体膜光合电子传递活性

	PS I (DCIP - MV)/ [$\mu\text{mol}/(\text{mg} \cdot \text{min})$]	PS II ($\text{H}_2\text{O} - \text{Fecy}$)/ [$\mu\text{mol}/(\text{mg} \cdot \text{min})$]	全电子链/ [$\mu\text{mol}/(\text{mg} \cdot \text{min})$]
寒优湘晴	4.26	1.89	1.02
武育粳 3 号	3.42	1.45	0.67

PS I reaction medium contains chl 27 $\mu\text{g}/\text{mL}$, 0.5mmol/L Sucrose , 50 mmol/L Tricine - NaOH(pH7.6) , 5 mmol/L MgCl_2 , 0.5 mmol/L MV , 5 mmol/L NH_4Cl , 2 mmol/L Na - ascorbate , 0.5 mmol/L DCPIP , 2 mmol/L DCMU . PS II reaction medium contains chl 27 $\mu\text{g}/\text{mL}$, 0.5 mmol/L Sucrose , 50 mmol/L Tricine-NaOH(pH7.6) , 5 mmol/L MgCl_2 , 5 mmol/L $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$, 1mmol/L Benzidine .

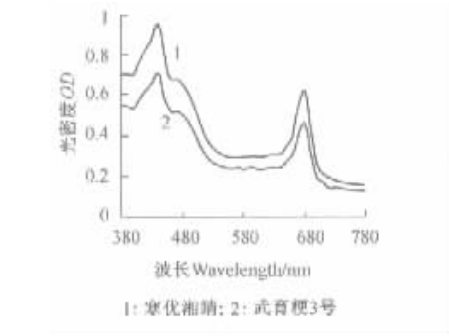
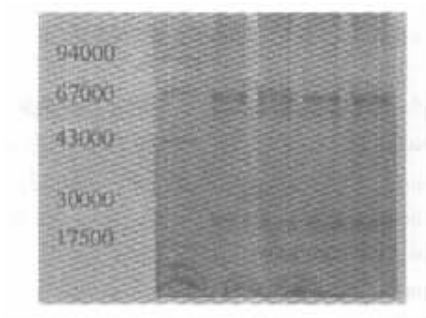


图 1 类囊体膜室温吸收光谱图



1 标准蛋白； 2 寒优湘晴； 3 武育粳 3 号

图 2 类囊体膜 SDS - PAGE 图谱

2.2.4 类囊体膜多肽组分分析

由类囊体膜 SDS-PAGE 图谱分析发现 ,寒优湘晴和武育粳 3 号的多肽组分并没有明显差异 ,但在量上有一定的区别 :位于 PS I 颗粒上与光合放氧有关的相对分子量为 16 000 - 18 000、22 000 - 25 000 的较小分子捕光叶绿素 a/b 结合蛋白(LHC II)前者多于后者 ,PS I 颗粒组分则无多大区别 .

3 讨论

根系不仅是支撑器官和吸收器官 ,也是与地上部进行物质交流的代谢器官 .陆定志研究表明杂交稻在氮营养吸收、氨基酸合成等方面均表现明显优势^[10] .寒优湘晴单位质量的根系活力与武育粳 3 号相差无几 ,但其工作面积却较大 ,这可能是杂交稻具有明显的营养吸收优势从而产量高的一个重要生理基础 .寒优湘晴叶片维持较高的光合速率 ,保证了“源”的充足 ,根系活性的加强 ,使光合高速率的维持得以保证 ,促进杂交稻表现出杂交优势 .在光能转化过程中 ,光合膜电子传递为碳同化提供还原力 ,因而光合膜的光合特性及其结构组成将直接影响碳同化 ,进而影响光合作用 .PS I 、PS II 作为光合膜原初反应的重要组成部分 ,其特性将决定光能的吸收及转化效率 .对 PS II 光合放氧的测定表明 ,寒优湘晴在 PS II 复合物电子传递活性上存在明显的优势 ,分析其多肽组分发现 ,这可能是与光合放氧有关的相对分子量为 16 000 - 18 000、
万方数据

22 000—25 000 组分含量较多所致.在 PS I 的还原能力上,寒优湘晴仍具有一定的优势,但具体是与结构组分还是与光合色素特性有关,在本实验中还难以确定,必须结合别的技术才能判断.

从本实验结果来看,杂交稻寒优湘晴在光合特性方面优于武育粳 3 号,这可能是其产量较高的原因之一.杂交稻在其他生理过程中的表现优势还有待进一步研究.

[参考文献]

- [1] 广东省农科院水稻生态室水稻高光效育种组.单叶光合效率与高光效育种[J].中国农业科学,1979,2: 19—27.
- [2] 王永锐.水稻生理育种[M].北京:科学技术文献出版社,1995.6.
- [3] 张其德.杂交水稻威优 64 及其亲本光谱特性的比较[J].植物学集刊,1994(7):209—216.
- [4] Arnon D I. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenol oxidase in *Bete vulgaris*[J]. Plant physio, 1949, 24: 1—15.
- [5] 华东师范大学生物系植物生理教研组,主编.植物生理学实验指导[M].北京:人民教育出版社,1980. 59—64.
- [6] 李德耀,叶济宇.薄膜氧电极的制作与呼吸或光合控制的测定[J].植物生理学通讯,1980(1):35—40.
- [7] Dunahay T G, Staehelin L A, Seibert M, et al. Structural, biochemical and biophysical characterization of four oxygen-evolving photosystem preparation from spinach[J]. BBA, 1984, 764: 179—193.
- [8] Coombs, Hall D O, Long S P, et al. Techniques in bioproductivity and photosynthesis[M]. Ltd, New York: Pergamon Press, 1985. 136—137.
- [9] Leammli U K. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4[J]. Nature, 1970, 227: 680—685.
- [10] 陆定志.杂交稻根系生理优势及其与地上部性状的关联研究[J].中国水稻科学,1987,1(2):81—94.

Comparative Studies of Photosynthetic Characteristics in Seedlings Between Hybrid Rice Hanyou-Xiangqing and Wuyujing No.3

Shao Zhiguang¹, Chen Guoxiang², Wang Na², Liu Shuang², Yang Yanhua², Liu Shaohua²

(1. Jiangsu Province Danyang Teacher's School, Danyang 212300, PRC)

(2. College of Life Science, Nanjing Normal University, Nanjing 210097, PRC)

Abstract: The photosynthetic characteristics among Hanyou-xiangqing hybrid rice and Wuyujing No. 3 (*Oryza sativa* L. japonica) had been compared. The results showed that active area of root system and the chlorophyll content per unit fresh weight of leaf in hybrid rice were higher than those in Wuyujing No. 3. The reducing power of PS I, the oxidative power of PS II, the efficiency of potential photosynthesis and the absorption capacity of light energy in hybrid rice were also higher than those in Wuyujing No. 3. 16 000—18 000, 22 000—25 000 polypeptide components in thylakoid membrane of hybrid rice that were in connexion with the oxygen release were greater in number. The experimental results suggested that hybrid rice in photosynthetic characteristics had heterocis.

Key words: hybrid rice; root system activity; active area of root system; photosynthetic characteristics

[责任编辑:孙德泉]