

光强度对水稻光合性状的影响*

范 慈 惠

(中国科学院昆明植物研究所)

EFFECT OF LIGHT INTENSITY ON PHOTOSYNTHETIC CHARACTER IN RICE PLANTS

Fan Cihui

(*Kunming Institute of Botany, Academia Sinica*)

关于光对植物生长、发育影响的研究, Клешнин 论述了生理辐射强度对莴苣植株特性、重量、叶绿素含量等方面的作用〔4〕。Blackman 在研究遮光对植物营养体发育的影响中指出, 荞麦和向日葵由于光强度降低, 引起相对生长率受抑制, 是净同化率降低和叶面积比增加的结果〔5〕。许德威等的实验证明, 遮光可以改变棉叶同化产物的运输方向, 降低运输速度〔2〕。Bowes 和 Wareing 的研究中表明, 大豆在强光下的光合强度、光饱和强度、RUDP 羧化酶活性和比叶重均比弱光下高。玉米在光饱和状态下, 光合强度受羧化酶活性和叶片中 CO₂ 扩散阻力等因素的限制〔6,9〕。本文对生长在不同光强度下的水稻材料, 以孕穗时期的光合作用速率、光呼吸速率、剑叶面积、叶绿素含量以及地上部份干物质的积累等进行了比较, 试验结果报道如下。

材 料 和 方 法

供试水稻品种为 310、云粳 9、粳掉 4、纪念稻。试验是在雨季前进行, 3月10日播种, 选大小一致的秧苗作盆栽, 每盆插三株, 置于塑料棚内, 按一般生产水平管理, 每个品种各处理 4 盆。光强度分别为: 不遮光 (4 万—6 万勒克司); 遮光 60% (1 万—1.5 万勒克司); 遮光 85% (0.5 万—0.6 万勒克司)。每天上午 11 时, 下午 3 时用照度计测定光强度。

抽穗前 1—3 天取剑叶进行测定。光合作用速率和光呼吸速率用国产 FQ-W 红外线 CO₂ 气体分析仪测定, 光合作用速率是以每小时每平方米叶面积同化 CO₂ 的毫克数计算; 光呼吸速率是通入不含 CO₂ 的气体, 以 CO₂ 的释放量来计算。测定温度为

本文于 1981 年 9 月 17 日收到。

* 本文承段金玉先生指导, 倪文先生审阅, 王华同志参与部份测定工作。

28°—30°C, 测定光强为 6 万勒克司, 气体流量为 120 毫升/分。叶绿素含量按 Arnon 法测定。地上部干重以全部供试植株计算。

结果和讨论

光强度对水稻光合作用速率的影响

从品种 310 孕穗前一周的光-光合曲线 (图 1) 表明, 同一品种在不同光强度下光合作用速率有差异, 当光强度达 4 万勒克司时, 光合作用强度基本趋向于饱和状态, 强光下的光饱和点稍有偏高, 这和 Bowes 在大豆中的试验相一致, 遮光 85% 比不遮光的最大光合作用速率低 25% 左右。从孕穗到开花阶段是水稻光合作用进行最旺盛的时期, 光强度减弱, 使光合作用速率明显下降。

不同的水稻品种, 对光强度的反应不一, 有的品种在强光下才能表现出较高的光效, 另一些品种在弱光下却具有较强的光合能力和转化效率。如表 1 指出, 粳掉 4 在强光下虽然光合作用速率最高, 但在弱光下却很低, 可见这类品种对光的敏感性强, 受光强度的影响大, 适合在强光, 雨少的地区栽种。而 310 在强光下光合作用速率虽然低, 但当光强度减弱时对它的影响并不大, 即在弱光下仍能保持较高的光合作用速率, 反而比其它品种高, 这说明 310 能适应弱光条件, 故在夏季多雨的昆明地区表现生长良好, 产量也高, 如在雨季较长, 光照不足的地区选用此类品种则可以减少弱光所造成的不利影响。

光呼吸在不同的植物中存在差异, 同一种的不同品种中同样存在着差异 (表 1), 但光强度对光呼吸的影响, 本试验中看不出明显的差别。稻株的剑叶叶面积在弱光下有减小的趋势。

光强度对水稻叶绿素含量的影响

光是叶绿素形成的必要条件, 弱光下叶绿素合成缓慢, 叶绿素 a/b 比值小, 强光下叶绿素 a 值高 [1]。不同品种在不同光强度下叶绿素含量也不一样, 粳掉 4 在强光下叶绿素含量高, 弱光下却很低, 受光强度的影响波动较大。310 在强光和弱光下叶绿素含量的变化比较稳定 (表 2)。由此可见, 310 在弱光下仍能充分利用光能。

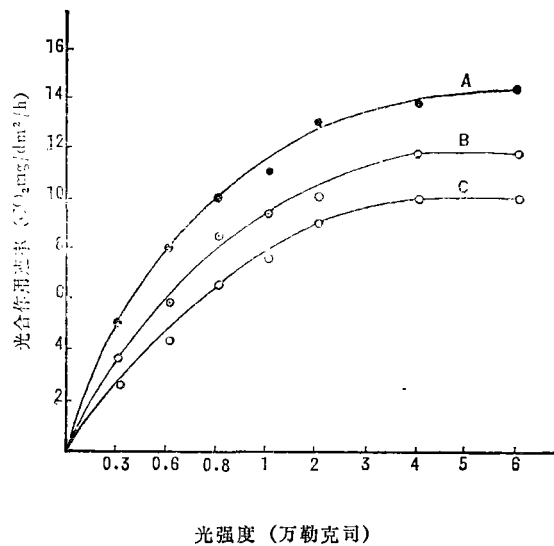


图 1 水稻 (310) 在不同遮光条件下的光-光合曲线 (孕穗期) A. 不遮光; B. 遮光60%; C. 遮光85%。

表 1 不同光强度与水稻光合作用速率的比较 (以 5 叶的平均数计算)

| 品 种 | 光 照 强 度 (Lux) | 剑 叶 面 积 (dm ²) | 光 合 作 用 速 率 (CO ₂ mg/dm ² ·h) | 光 呼 吸 速 率 (CO ₂ mg/dm ² ·h) |
|-------|------------------|-------------------------------|--|--|
| 310 | 5 万 | 47.2 | 14.70 | 8.82 |
| | 1 万 | 45.6 | 13.42 | 8.72 |
| | 0.6 万 | 43.4 | 10.42 | 8.29 |
| 云 粳 9 | 5 万 | 44.7 | 17.40 | 7.49 |
| | 1 万 | 33.5 | 14.72 | 7.98 |
| | 0.6 万 | 32.7 | 9.56 | 7.90 |
| 梗 掉 4 | 5 万 | 43.9 | 18.90 | 8.70 |
| | 1 万 | 43.2 | 15.55 | 8.98 |
| | 0.6 万 | 35.8 | 9.34 | 8.44 |
| 纪 念 稻 | 5 万 | 51.2 | 15.76 | 6.98 |
| | 1 万 | 49.5 | 13.87 | 6.73 |
| | 0.6 万 | 48.3 | 7.45 | 5.82 |

表 2 不同光强度下水稻叶绿素含量变化

| 品 种 | 光 强 度 (Lux) | 总 叶 绿 素 量 (mg/g鲜重) | 叶 绿 素 <i>a</i> | 叶 绿 素 <i>b</i> | 叶 绿 素 <i>a/b</i> |
|-------|----------------|-----------------------|-------------------|-------------------|---------------------|
| 310 | 5 万 | 3.816 | 2.314 | 1.502 | 1.541 |
| | 1 万 | 2.272 | 1.973 | 1.299 | 1.519 |
| | 0.6 万 | 3.165 | 1.902 | 1.263 | 1.505 |
| 云 粳 9 | 5 万 | 3.635 | 2.257 | 1.378 | 1.637 |
| | 1 万 | 3.131 | 1.923 | 1.208 | 1.592 |
| | 0.6 万 | 3.021 | 1.835 | 1.186 | 1.547 |
| 梗 掉 4 | 5 万 | 4.178 | 2.541 | 1.637 | 1.552 |
| | 1 万 | 3.433 | 2.055 | 1.378 | 1.491 |
| | 0.6 万 | 2.910 | 1.712 | 1.198 | 1.429 |
| 纪 念 稻 | 5 万 | 3.605 | 2.245 | 1.360 | 1.650 |
| | 1 万 | 3.204 | 1.962 | 1.242 | 1.580 |
| | 0.6 万 | 3.060 | 1.858 | 1.202 | 1.546 |

光强度对植株地上部重量的影响

植株地上部反映一个品种的株型特点, 通常把秆粗、叶厚、分蘖适度、穗大、粒大作为选育高光效品种的外部形态指标。光合作用和物质的积累是紧密相关的, 强光下干

物质的积累比弱光下多。从各品种对光强度的反应来看, 310属于对光不敏感类型, 在强光和弱光下光合作用强度和叶绿素含量变化幅度不大, 光合作用效率亦不因光强度的减弱而受到严重影响, 因而植株地上部干物质的积累也相应地增多。粳掉4属于对光敏感类型, 它的同化能力和转化效率都受到光照条件的限制, 孕穗期干物质的积累也相应受到一定的影响(图2)。

光强度能直接影响水稻光合作用效率, 在光饱和点以下, 光合作用速率随光强度的增加而增加, 不同种类的植物对光强度的反应不一样〔7〕, 水稻在孕穗期遮光85%使光合作用速率降低25%左右。叶绿素作为光能的受体受光强度的影响也很明显, 叶绿素含量一般强光下比弱光下高。随着光强度的增加叶绿体体积减小〔8〕, 这是因为叶绿体在光照下变得扁平而凹陷, 便于充分接收光能, 强光下每毫克叶绿素含有的叶绿体数比弱光下多, 因而能提高光合作用效率。强光下生长的水稻干物质的积累比弱光下快, 同一品种大约相差20—30%。灌浆期光强度减弱到自然光的1/10会明显的降低粒重〔3〕。本试验结果表明不同品种水稻受光强度的影响不同, 有的品种在强光下光合作用速率、叶绿素含量都很高, 但是每当光强度变弱时, 也随之而下降, 例如粳掉4在孕穗期连日阴雨条件下, 光成为限制因素, 严重地影响着后期的产量。另一些品种如310受光强度的影响不明显, 光合作用速率、叶绿素含量、干物质积累在强光下并不表现得突出, 当较长时间处于弱光条件时, 仍能较好的发挥品种本身对弱光的适应性, 达到高产和稳产。从生理育种的角度出发, 把作物的光合特性作为选育的一个指标, 以适当地生态条件的需要, 无疑对提高产量会起到一定的作用。

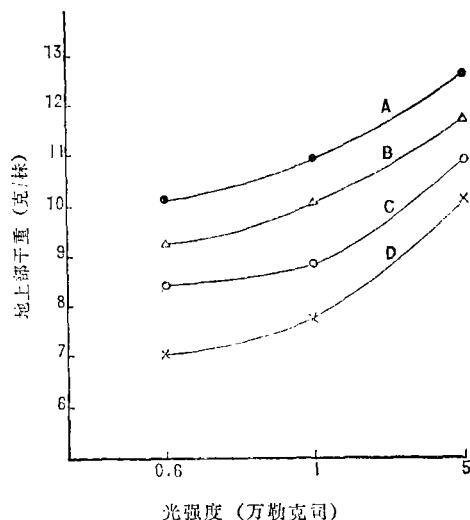


图2 不同品种水稻在不同光强度下植株地上部干重(孕穗期) A. 310; B. 云梗9; C. 纪念稻; D. 粳掉4。

参 考 文 献

- 〔1〕 潘瑞炽, 1979: 水稻生理, 1—57, 科学出版社。
- 〔2〕 许德威等, 1981: 植物生理学报, 7(1): 27—32。
- 〔3〕 王天铎等, 1964: 植物生理学报, 1(1): 9—14。
- 〔4〕 К्लешнин, А. Ф. 著 (雷宏淑等译), 1954: 植物与光, 12—33, 科学出版社。
- 〔5〕 Blackman, G. F., (奚鼎保等译), 1960: 植物生理学译丛, 第三辑, 49—60。
- 〔6〕 Bowes, G., W. L. Ogren, and R. H. Hageman, 1972: Crop Sci., 12: 77—79。
- 〔7〕 Singh, Mahendra, W. L. Ogren, and J. M. Widholm, 1974: Crop Sci., 14: 563—566。
- 〔8〕 Park, S. Nobel, 1968: Plant Physiol., 43: 781—787。
- 〔9〕 Wareing, P. F., M. M. Khalifa, and K. J. Treharne, 1968: Nature, 220: 453—457。