# 中国种植面积最大的水稻良种“汕优 63”
# III. 光合特性与光能利用率*

谢华安

(福建省农业科学院，中国福州 350003)

摘 要 1986 年至今 11 年来，汕优 63 一直是中国水稻种植面积最大的良种，平均每年约种植 467 万 $hm^2$，占全国籼稻区总面积的 22% 左右，1990 年种植 687 万 $hm^2$，占当年全国水稻总面积的 27.1%。1996 年种植面积达 447 万 $hm^2$ 左右，仍居全国首位，11 年来，该良种种植面积一直是第二大主栽品种的 4～5 倍。推广的范围跨越地球 21.3 个纬度、20.2 个经度 (100°36′E 至 121°56′E，17°36′N 至 37°49′N)。至今已在全国 16 个省区种植 5270 万 $hm^2$ 左右，根据四年全国区试结果，每公顷增产 1.1 t，一般达 7.5～9.0 t/$hm^2$，最高达 13.9 t/$hm^2$，累计增产粮食 585.4 亿 kg。汕优 63 种植面积之大，“当家”时间之久，遍布地域之广，是中国稻作史上所罕见的，其原因是多方面的，本文着重介绍了汕优 63 的光合特性：光补偿点低、光饱和点高、剑叶净光合率高。研究结果还表明：汕优 63 不同栽培季节、不同施肥水平和不同栽培密度的光合特征值、群体光能利用率均有所不同。文章指出，各地种植汕优 63 应研究该地区适宜的播插期，栽培密度和施肥水平，以充分发挥光合潜力，达到高产目的。

关键词 水稻；汕优 63；光合特性；光能利用率

中图分类号 S 511.1

## “Shanyou 63”, the Veriety With the Largest Cultivated Area in China
## III. the Photosynthetic Characteristics and Solar Energy Utilization Efficiency

Xie Huaan

(*Fujian Academy of Agricultural Sciences, Fuzhou, China* 350003)

**Abstract** The cultivated area of “Shanyou 63” has been kept the first in China since 1986. The average cultivated area one year is 4.67 million hectare, about 22% of the area of indica zone in China and particularly 27.1% in 1990. The cultivated area of shanyou 63 also reached 4.47 million hectare in 1996, nearly 4–5 times that of the secondary one for the past 11 years. It is cultivated all over the indica cultivated zone from 17°36′N to 37°49′N and from 100°36′E to 121°56′E. It has been cultivated 52.67 million hectare and increased by about 58.5 billion kg grain from the year 1986 to 1996. According to the national regional yield trial, it increased 1.1t grain per hectare comparing with CK. General grain yield was 7.5t to 9t per hectare and the highest was 13.9t per hectare. This paper introduces the photosynthetic characteristics of Shanyou 63: low light compensation point, high light saturation point and high net photosynthesis efficiency of flag leaf. This research also indicates that the photosynthetic characteristics and the group solar energy unitilization efficiency of Shanyou 63 are different in different cultivated seasons, different soil types and fertiliser levels and different plant density. In order to bring its photosynthetic potentiality into full play and to achieve high yield, suitable sowing and planting season, cultivated density and fertilizer application level should be studied in the different zones.

**Key Words** Rice; Shanyou 63; Photosynthetic characteristics; Solar energy utilization efficiency

* 收稿日期：1997-02-05

## 1 汕优63是中国种植面积最大的水稻良种

50年代至60年代选育和推广矮秆品种，70年代选育和推广杂交水稻良种，使我国水稻产量实现了两次飞跃。在第二次飞跃中，杂交水稻良种汕优63(珍汕97A×明恢63)作出了重大贡献。该良种的丰产性、适应性、米质、抗性四者兼优，在广袤神州大地，东至江苏、上海，西至川西平原、云南宾川，南至海南崖县，北至山东胜利油田农场的16个省（市、区）大面积推广，推广的范围跨越地球21.3个纬度，20.2个经度，即从东经100°36′～121°56′，北纬17°36′～37°49′。一般大面积每公顷产量达7.5～9.0 kg，云南宾川县最高产量达13.9 t/$hm^2$；湖南桂东山区也高达12.9 t/$hm^2$，特别是河南新县种植的1 480 $hm^2$，平均产量超过10.5 t/$hm^2$，最高达11.9 t/$hm^2$；江苏赣榆县1万$hm^2$，每公顷达到9 t。

1986～1996年，汕优63一直是中国水稻推广种植面积最大的良种，累计已种植5 267万$hm^2$，每公顷增产稻谷1 111.5 kg（全国南方稻区区域试验4年72个点平均数），累计增产粮食585.4亿kg左右，约增收585.4亿元。“汕优63”1986年推广面积就达到266.7万$hm^2$，分别占当年杂交水稻面积和南方水稻总面积的32.5%和12.0%；1990年达到685万$hm^2$，分别占当年杂交水稻面积和总面积的42.8%和27.1%；1996年约种植447万$hm^2$，分别占当年杂交水稻和全国籼稻区总面积的34%和22%。

表1 汕优63及同熟期的推广品种剑叶光合特征值

| 品种 | 光补偿点（lx） | 光饱和点（lx） |
|---|---|---|
| 汕优63 | 900 | 39 000 |
| 汕优2号 | 1500 | 31 000 |
| 扬稻1号 | 2500 | 23 000 |
| 盐粳2号 | 3800 | 23 000 |

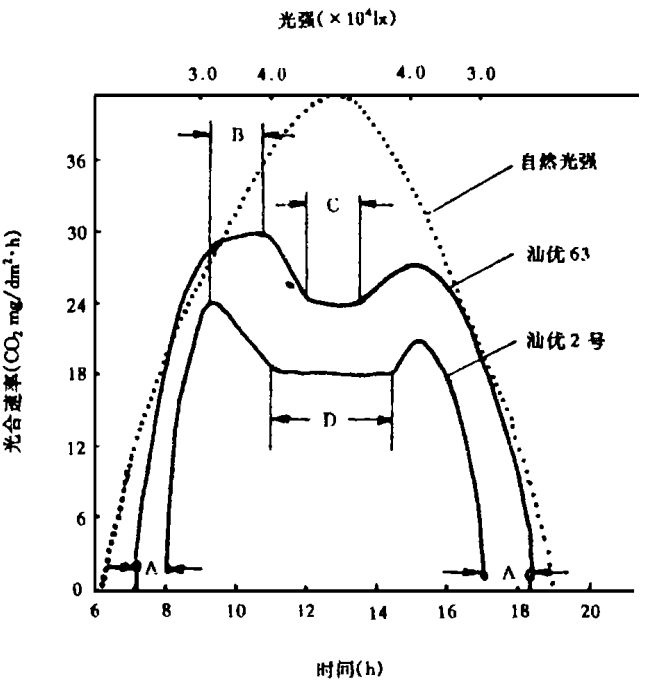


图1 汕优63与汕优2号光合特性比较示意图

注：A — 光补偿点差值；B — 光饱和点差值；C — 汕优63“午睡”时间；D — 汕优2号“午睡”时间

## 2 汕优63的光合特性和光能利用率

2.1 汕优63群体的光补偿点低、光饱和点高 从表1可以看出，汕优63齐穗期剑叶光补偿点仅900 lx，明显低于同熟期盐粳2号、扬稻1号和汕优2号，这说明汕优63在相对弱光的情况下，就能进行光合作用。比如在上午，太阳光由弱到强，汕优63在900 lx时就可进行光合作用，而盐粳2号却要在光强升高到3 800 lx才能进行光合作用。在傍晚，太阳光强由强转弱，光补偿点高的品种，如盐粳2号，太阳光下降到3 800 lx时就停止光合作用了，也就是说，比较早就停止光合作用，而汕优63由于光补偿点

比较低，当傍晚光强下降到 900 lx 才停止光合作用，通俗地说，汕优 63 由于光补偿比较低，所以上午提早进行光合作用，下午推迟停止光合作用。

从表 1 还可以看出，汕优 63 的光饱和点明显高于盐粳 2 号、扬稻 1 号和汕优 2 号，这表明，上午太阳光由弱到强，接近中午时，当光强上升到 2 3000 lx 时，盐粳 2 号、扬稻 1 号就进入“午睡”了，而汕优 63 却还能进行正常光合作用直到光强上升到 39 000 lx 时，汕优 63 才进入“午睡”。中午光强高于 39 000 lx 的一段时间内，这四个品种都进入“午睡”。中午以后，太阳光由高逐渐降低，当降低到 3 9000 lx 时汕优 63 便能恢复光合作用正常状态，而盐粳 2 号须降到 23 000 lx 时才能恢复光合作用，进入正常状态。通俗地说，汕优 63 光合作用的“午睡”时间比较短，中午光合作用的时间也比较长。光合特性比较见图 1。根据汕优 63 及其它推广品种光合作用的测定资料，运用计算机模拟的光合曲线方程见表 2。

表 2　汕优 63 及同熟期的推广品种的光合曲线方程

| 品　种 | 光合曲线方程 | 相关指数（$r^2$） | 相关系数（$r$） |
|---|---|---|---|
| 汕优 63 | Pn= - 7.669+ 5.6521Ln（x） | 0.9491 | 0.9742 * * |
| 汕优 2 号 | Pn= - 37.8345+ 9.8059Ln（x） | 0.9842 | 0.9921 * * |
| 扬稻 1 号 | Pn= - 67.7398+ 17.5993Ln（x） | 0.5730 | 0.7575 |
| 盐粳 2 号 | Pn= - 129.4316+ 30.02Ln（x） | 0.9403 | 0.9697 * * |

注：Pn ── 光合速率，x ──光强

2.2　汕优 63 净光合效率、群体光能利用率较高　如上所述，汕优 63 由于光补偿点比较低，光饱和点比较高，所以在一天中，光合作用的时间比较长，那么，单位时间内的光合效率如何呢？由表 3 可以看出，剑叶净光合效率汕优 63 比汕优 2 号、扬稻 1 号、盐粳 2 号都高，本田期群体光能利用率也以汕优 63 为最高。

2.3　汕优 63 不同栽培季节光合特征值和群体光能利用率　从表 4 可以看出，汕优 63 在第Ⅱ处理即 5 月 20 日播种，6 月 20 日插秧时光补偿点较低，光饱和点较高，光合速率也较高，群体齐穗期至蜡熟期干物质增量以及成熟期稻谷产量都比较高（群体光能利用率略低，有待于进一步研究），也就是说，不同栽培季节汕优 63 的光合特征值与干物质积累增量差异较大，因此各地种植汕优 63 时必须研究出本地区最适宜的播插期，从而使光合特征值和光能利用率及稻谷产量都能提高。

表 3　汕优 63 与其它推广品种群体净同化率比较

（单位：$g/m^2 \cdot d$）

| 品　种 | 剑　叶<br>净光合率 | 本田期群体<br>光能利用率 |
|---|---|---|
| 汕优 63 | 3.8100 | 1.8270 |
| 汕优 2 号（$CK_1$） | 3.6800 | … |
| 扬稻 1 号（$CK_2$） | 3.4900 | 1.4186 |
| 盐粳 2 号（$CK_3$） | 3.4300 | 1.4251 |

2.4　汕优 63 不同施肥水平光合特征值和光能利用率不同　从表 5 可以看出，第Ⅰ处理（每公顷施纯 N 150 kg），光补偿点低，光饱和点高（蜡熟期光饱和点接近第Ⅱ处理的 1.7 倍），本田期群体光能利用率也高。因此，各地种植汕优 63 应根据土壤肥力水平摸索出最适施肥量，使之既能发挥最大的光合潜力，又可节省肥料成本。

表4 汕优63不同栽培季节剑叶光合特征值和本田期群体光能利用率

| 处理 | 播期(月/日) | 移栽期(月/日) | 光补偿点(×10⁴) | 光饱和点(×10⁴) | 最大光合速率(mg/dm²·h) | 本田期群体光能利用率(g/m²·d) | 群体齐穗期至蜡熟期干物质增量(kg/hm²) | 稻谷产量(kg/hm²) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ⅰ | 4/30 | 6/5 | 0.098 | 3.93 | 24.78 | 1.6093 | 1818.0 | 6774.0 |
| Ⅱ | 5/20 | 6/20 | 0.073 | 4.29 | 34.15 | 1.4104 | 1992.5 | 7447.5 |

注：光能利用率= 〔(干物质重w) ×3750〕÷总辐照量(卡) ×100%

表5 汕优63不同施肥水平剑叶光合特征值与群体光能利用率

| 处理 | 施纯N量(kg/hm²) | 光补偿点(lx) | | 光饱和点(×10⁴) | | 最大光合速率(mgCO₂/dm²·h) | | 本田期群体光能利用率(g/m²·d) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 齐穗期 | 蜡熟期 | 齐穗期 | 蜡熟期 | 齐穗期 | 蜡熟期 | |
| Ⅰ | 150 | 140 | 360 | 2.5 | 4.65 | – | – | 1.5140 |
| Ⅱ | 225 | 190 | 370 | 2.5 | 2.74 | – | – | 1.3620 |
| Ⅰ比Ⅱ增减 | –75 | –50 | –10 | 0 | +1.91 | +8.74 | 5.38 | +0.1520 |

2.5 不同插植密度光合特征值和群体光能利用率 从下表(表6)可以看出，在插植密度为每公顷37.5万丛时，剑叶光补偿点较低，光饱和点较高，光合速率较高，本田期群体光能利用率也最高。可见，汕优63不同插植密度剑叶光合特征值和群体光能利用率不同，各地种植汕优63，要研究出本地区的温光条件和土肥条件下最适宜的插植密度，以求高产。

表6 汕优63不同插植密度剑叶光合特征值和群体光能利用率

| 处理 | 密度(万丛/hm²) | 光补偿点(×10⁴) | 光饱和点(×10⁴) | 最大光合速率(mgCO₂/dm²·h) | 本田期群体光能利用率(g/m²·d) |
|---|---|---|---|---|---|
| Ⅰ | 49.5 | 0.113 | 3.99 | 34.15 | 1.8080 |
| Ⅱ | 37.5 | 0.073 | 4.29 | 34.15 | 2.2076 |
| Ⅲ | 30.0 | 0.115 | 4.29 | 24.5 | 2.0064 |

2.6 汕优63光合效率较高的机理 汕优63在整个光谱带上特别是在红区和蓝区的吸收峰处都比常规品种(父母本)有更大的光吸收量。叶片单位鲜重中的叶绿素和含等量叶绿素的叶绿体对光能的吸收能力高于其它的亲本。

从叶片的室温荧光诱导动力学曲线和叶绿体室温荧光诱导瞬变看出，汕优63具有更高的PSⅡ活性和PSⅡ原初光能转化率。汕优63的叶片经暗适应后，在光下其PSⅠ的活化能力和放氧速度(光合速率的指标)均高于亲本。同时具有较高的潜在光合量子转化效率。

我们知道，作物要实现高的光合作用速率，必须使两个光系统即PSⅡ活性和PSⅠ光量子处于平衡状态，植物可利用$Mg^{2+}$和捕光色素蛋白复合体的磷酸化和脱磷酸化来调节PSⅡ和PSⅠ两个光系统之间的激发能分配，使进入两个光系统的光量子处于平衡状态，因此这种调节能力的大小与植物光合速度的高低有密切关系，测定了在$Mg^{2+}$的作用下，叶绿体在低温(77K)下荧光发射光谱所受的影响，结果表明：$Mg^{2+}$对汕优63叶绿体两个光系统之间的激发能分配的调节能力大于常规品种(亲本)，这有助于使进入两个光系统的光量子在两个系统之间的分配迅速达到平衡，这不仅为它高效地进行光合作用创造良好的内部微环境，而且有利于它更好地适应外界光环境的变化，以维持高的光合作用速率，这是汕优63高产的重要生理

原因之一。

## 参考文献


[1] FAO. Statistics Series. No: 42, 44, 49

[2] 熊振民, 蔡洪法主编. 中国水稻. 北京: 中国农业科技出版社, 1992, 58～67

[3] 林世成, 闵绍楷主编. 中国水稻品种及其系谱. 上海: 上海科学技术出版社, 1991

[4] 应存山主编. 中国水稻种质资源. 北京: 中国农业科技出版社, 1993

[5] 中国水稻研究所. 中国水稻种植区划. 浙江: 浙江科学技术出版社, 1989

[6] 谢华安, 罗家密, 张受刚等. 籼型杂交水稻恢复系的选育. 杂交水稻, 1994 (3): 31～34

[7] 谢华安, 张受刚, 郑家团等. 中国种植面积最大的水稻良种 “汕优 63” 培育的理论与实践. 福建省农科院学报, 1996 11 (4): 1～6

[8] 谢华安中国种植面积最大的水稻良种 “汕优 63” Ⅱ主要农艺学和生物学的特征特性. 福建省农科院学报, 1997, 12 (1): 1～6

[9] 谢华安, 郑家团等. 籼型杂交水稻汕优63 及其恢复系明恢 63 的选育研究. 福建农科院学报, 1987, 42 (1): 32～35

[10] 李林, 沙国栋, 陆景淮等. 汕优 63 群体的光合特性研究 Ⅰ群体的受光特性与利用. 江苏农业科学, 1989 (6): 1～3

[11] 李林, 沙国栋, 陆景淮等. 汕优 63 群体的光合特性研究 Ⅱ群体的光合与同化特性. 江苏农业科学, 1989 (8): 7～9

[12] 李林, 沙国栋, 陆景淮等. 汕优 63 群体的光合特性研究 Ⅲ群体的光能利用与产量潜力. 江苏农业科学, 1989 (9): 1～3

[13] 张其德. 杂交稻汕优 63 及其亲本光合特性的比较. 杂交水稻, 1994 (1): 22～26

[14] 焦德茂. 水稻适应广幅光强的光合特性及品种间差异. 中国水稻科学, 1993 7 (4): 243～246

[15] 邓仲虎. 水稻光合日变化与内生节奏的关系. 中国水稻科学, 1994 8 (1): 9～14

[16] 苏祖芳, 李永丰, 郭宏文等. 水稻单茎茎鞘重与产量形成关系及其高产栽培途径的探讨. 江苏农学院学报, 1993 14 (1): 1～10