

亚种间杂交稻光合特性及物质积累与运转的研究*

杨建昌 朱庆森 王志琴 郎有忠

(扬州大学农学院农学系, 江苏扬州, 225009)

提 要 亚种间杂交稻穗大粒多, 增产潜力大。同亚种内品种间杂交稻相比, 亚种间杂交稻剑叶的气孔密度和气孔导度大, 抽穗以后叶片的光合速率高。在抽穗期, 亚种间杂种和亚种内杂种的干物质积累量相差很小, 茎、叶和叶鞘中储存的可用性碳水化合物以及干重颖花比[干重(mg)/颖花(粒)], 前者则小于后者。抽穗至成熟, 亚种间杂种的干物质积累量和干重颖花比明显高于亚种内杂种, 但前者的物质运转率、茎鞘物质的输出率和转换率均低于后者。对亚种间杂种物质运转率低的原因进行了讨论。

关键词 亚种间杂种; 光合特性; 物质积累; 运转率

已有研究表明, 普通栽培稻籼粳亚种间杂种要比亚种内品种间杂种具有更强的生物产量优势^[1~4]。但亚种间杂种物质生产优势是由于单位叶面积光合速率的提高, 还是因为光合势(光合叶面积×光合时间)的增加? 研究结论不一。谷福林等指出, 籼粳杂种的生物产量高, 表现在单叶光合速率高, 功能叶面积大且持续时间长^[5~7]。邓仲篪等则认为, 籼粳杂种的单叶光合速率与品种间杂交稻并无多大差异, 生物产量的优势主要表现在叶面积指数(LAI)大^[8]。在时间上, 籼粳杂种物质生产的优势表现在抽穗之前, 还是抽穗之后? 与亚种内杂种有何异同? 尚缺乏深入研究。本试验从36个亚种间杂交组合中选取常年籽粒充实度有明显差异的3个典型籼粳杂种组合为材料, 研究了这些组合叶片的气孔导度、光合速率、抽穗前后的干物质积累以及物质运转和产量形成, 以揭示籼粳杂种的光合特性以及干物质积累特点, 为亚种间杂交稻杂种优势利用的理论研究和实践指导提供依据。

1 材料和方法

1.1 材料与设计

试验于1992~1994年在扬州大学农学院实验农场进行, 并于1994年在江苏东海县农科所进行异地栽培。供试品种和组合10个, 其中籼粳亚种间杂交组合(下文简称亚杂组合)3个: 测03/扬稻4号(简称测/扬, 常年谷粒充实率>90%)、测03/密阳23(简称测/密, 常年谷粒充实率>80%)及PC311/早献党(简称PC/早, 常年谷粒充实率<80%)。亲本5个: 测03、PC311(粳稻); 扬稻4号、密阳23、早献党(籼稻)。亚种内杂交组合2个: 汕优63(三系杂交籼稻), 六优1号(三系杂交粳稻)。于5月中旬播种, 6月中旬移栽。株行距17 cm×20

* 本研究为“863”计划101-01-03课题的部分内容
收稿日期: 1995-06-12, 收到修改稿日期: 1996-04-22

cm, 每小区 60 穴, 每穴 1 苗, 随机区组排列, 重复 3 次。

1.2 测定项目

1.2.1 干物重、叶面积和可用性碳水化合物测定 分别于抽穗期和成熟期按小区平均有效茎蘖(穗)数(不包括边行)以 5 点取样法取 5 穴为一个样本, 各品种(组合)取 3 个样本, 剪去根后, 分绿叶、黄叶、茎鞘和穗等 4 个部分烘干称重, 并用干重法测定叶面积。在抽穗后 30 天, 各品种(组合)选 5 个代表性样穴, 在田间测定绿叶面积(用直尺量取, 根据长×宽×系数计算叶面积)。

称取在抽穗期和成熟期取样的部分烘干样品。粉碎后经 80% 乙醇提取(淀粉用高氯酸水解), 用蒽酮法测定茎、叶片和叶鞘中的可用性碳水化合物(可溶性糖与淀粉之和)^[9]。

1.2.2 光合速率和气孔导度的测定 用 LI-6200 便携式光合系统测定仪(美国 LI-COR 制造), 分别于抽穗期、抽穗后 10 天、抽穗后 20 天, 在田间测定各品种(组合)剑叶的光合速率和气孔导度, 各品种(组合)重复测定 6 次, 测定时光强为 800-1000 μmol 光量子 $\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 。

1.2.3 气孔密度测定 参照 Weyers 硅胶压印技术^[10], 在齐穗后各品种(组合)选取 3 张剑叶, 用湿润纱布包裹, 用硅胶压印技术压制气孔印迹。方法如下: 将低粘度压印硅胶与硅胶增硬剂按 10:1 充分混合(简称混压胶), 将叶片切成长度为 2~3 cm 后, 把混压胶均匀地涂于所要观察的叶背面, 约 3 分钟后(混压胶变硬), 从叶片上撕下印迹副片, 用无色透明的指甲油涂于载玻片上, 然后将副片置于有指甲油的载玻片上, 待指甲油干后, 将副片撕下, 正片置于 400 倍的光学显微镜下观察, 每 1 叶观察 90 个视野。

1.2.4 考种计产 在成熟期, 按各小区平均有效穗数(不包括边行), 每小区取 5 穴, 测定每穗总粒数、空粒(置于透光灯箱上观察, 子房未膨大)数、结实率、千粒重和谷粒充实率。其余去边行和杂株后收割计产。

1.3 计算方法

物质运转率(%) = (成熟期穗干重 - 抽穗期穗干重) ÷ (抽穗期储存的可用性碳水化合物 + 抽穗至成熟增加的干重) × 100

茎鞘物质输出率(%) = (抽穗期茎鞘干重 - 成熟时茎鞘干重) ÷ 抽穗时茎鞘干重 × 100

茎鞘物质转换率(%) = (抽穗期茎鞘干重 - 成熟时茎鞘干重) ÷ 饱粒干重 × 100

结实率(%) = (比重大于 1 的饱粒数 ÷ 总粒数) × 100

谷粒充实率(%) = (受精谷粒的平均千粒重 ÷ 比重大于 1.1 的饱谷千粒重) × 100

以上测定数据均经过连续 2~3 年试验的重复。由于不同年份或不同地点间试验结果趋势基本一致, 故下文主要报告 1994 年在扬州试地的试验结果。

2 结果与分析

2.1 产量和产量构成因素

由表 1 可知, 3 个亚杂组合的产量在 10 个供试材料中, 分别位于第 2、4、5 位, 比亚种内杂交组合六优 1 号增产 4.49%~22.41%。测/扬的产量极显著地高于汕优 63, 其余两个亚杂组合的产量与汕优 63 的产量大致持平。除扬稻 4 号外, 3 个亚杂组合的产量均极显著地高于各自的亲本, 表明了籼粳杂种较强的产量优势, 但在 3 个亚杂组合中, 产量也有明显差异, 测/扬的产量极显著地高于测/密和 PC/早, 说明亚杂组合产量的高低, 很大程度上取决于组合的配置。

表 1 各供试品种和组合的产量及产量因素
Table 1 The yield and yield components of each variety and combination

品种(组合) Varieties and combinations	穗数 Panicles (pani./m ²)	粒数 Grain No. (gra./pani)	结实率 % of seed- setting(%)	千粒重 1000 grain-weight (g)	充实率 % of grain- filling(%)	产量 Yield (g/m ²)
汕优 63 Shanyou 63	262.37	161.50	70.19	26.58	83.84	790.51 b* B**
六优 1 号 Liuyou 1	266.87	167.99	67.74	23.98	80.05	728.28 c BC
测/扬 Ce/Yang	272.86	173.40	76.85	24.54	89.71	891.47 a A
测/密 Ce/Mi	281.86	195.40	57.66	24.68	82.47	782.68 b B
PC/早 PC/Zao	251.87	254.00	50.26	24.52	79.59	760.99 b B
扬稻 4 号 Yangdao 4	266.87	161.60	79.10	26.80	92.89	913.77 a A
密阳 23 Miyang 23	317.84	118.80	75.29	24.06	91.29	684.00 d C
早献党 Zaoxiandang	158.92	185.90	43.13	26.00	89.48	324.62 g F
测 03 Ce03	266.12	181.60	42.22	22.59	77.53	451.15 f E
PC311	335.53	178.69	47.96	21.20	78.45	609.63 e D
SE***	5.14	3.56	2.48	0.48	1.04	25.54

* a***: 在 0.05 水平上显著。Significant at 0.05 level. ** A***F: 在 0.01 水平上显著。Significant at 0.01 level.

*** 平均数标准误(下表同), Standard error of the mean(some as the following tables)

表 2 各品种(组合)剑叶的气孔密度和导度
Table 2 Stomatal density and conductance in the flag leaf of each variety and combination

品种(组合) Varieties and combinations	气孔密度 Stomatal density (pores/mm ²)	气孔导度 Stomatal conductance(mol m ⁻² · s ⁻¹)		
		0*	10	20
汕优 63 Shanyou 63	548	2.14	2.86	1.88
六优 1 号 Liuyou 1	557	3.27	4.16	3.05
测/扬 Ce/Yang	624	4.32	5.11	3.81
测/密 Ce/Mi	618	3.86	4.99	3.65
PC/早 PC/Zao	602	3.71	4.73	3.37
扬稻 4 号 Yangdao 4	629	4.18	4.98	4.09
密阳 23 Miyang 23	552	2.97	3.54	2.17
早献党 Zaoxiandang	579	3.47	4.35	3.02
测 03 Ce 03	656	4.84	5.24	3.84
PC311	561	3.26	4.19	3.25
SE	12.2	0.28	0.27	0.23

* 抽穗后天数 Days after the heading

从产量因素分析, 亚种间杂种的单位面积颖花量明显高于亚种内杂种, 如测/扬, 测/密和 PC/早的颖花量分别比汕优 63 高 11.66%、29.98% 和 50.98%。在 3 个亚杂组合中, 结实率和谷粒充实率愈高的组合, 其产量愈高。3 个亚杂组合的产量低于籼稻品种扬稻 4 号, 其主要原因在于前者的结实率、千粒重和充实率明显低于后者。这一结

果说明提高亚杂组合的结实率和充实率, 是提高籼粳杂种产量的关键。由表 1 还可以看出, 结实率和谷粒充实率对产量的限制作用不仅表现在亚种间杂种, 而且也表现在亚种内杂种。因此, 提高杂交水稻的结实率和充实率, 对提高整个杂交水稻产量有重要作用。

2.2 光合特性

2.2.1 气孔密度与气孔导度 叶片气孔密度和气孔导度的测定结果表明, 3 个亚杂组合的气孔密度高于两个亚种内杂交组合和除亲本测 03(粳)和扬稻 4 号(籼)以外的各亲本。而且, 叶片气孔密度大的亲本(如测 03 和扬稻 4 号)其杂种后代(测/扬)气孔密度也大。从表 2 可以看出, 一般气孔密度大的品种(组合), 各期测定的气孔导度也大。叶片气孔密度与气孔

导度呈极显著的正相关(图 1)。

2.2.2 光合速率和光合势 由表 3 可知, 3 个亚杂组合抽穗期 LAI 变幅在 6.87~8.18, 与两个亚种内杂交组合的 LAI 相差不大。但亚杂组合测/扬和测/密的 LAI 明显高于大多数亲本(密阳 23 除外)。抽穗至蜡熟的光合势, 3 个亚杂组合高于籼杂汕优 63 以及亲本扬稻 4 号、早献党、测 03 和 PC311, 与粳杂六优 1 号和亲本密阳 23 相差较小。抽穗以后剑叶的光合速率, 3 个亚杂组合均高于汕优 63, 且测定时间越往后, 亚杂组合与汕优 63 叶片光合速率的差异就愈大, 但亚杂组合叶片光合速率低于六优 1 号。与亲本相比, 亚杂组合叶片的光合速率有低有高, 两亲本叶片光合速率高的, 其杂种叶片光合速率亦高(如测/扬)。说明在配置亚杂组合时, 注意选用叶片光合速率高的亲本, 有可能育出叶片光合速率高的杂种。

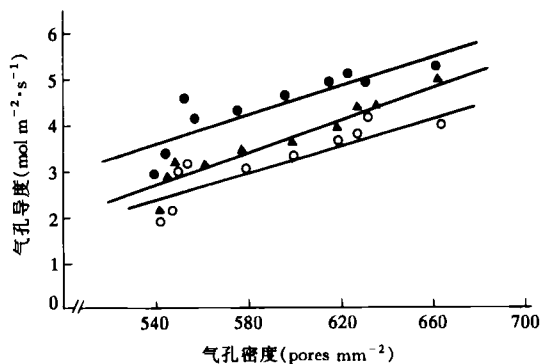


图 1 气孔密度与气孔导度的关系

Fig. 1 Relationship between stomatal density and conductance

- ▲—▲ 抽穗期 Heading stage $r=0.9342^{**}$
 ●—● 抽穗后 10 天 10 d after heading $r=0.8951^{**}$
 ○—○ 抽穗后 20 天 20 d after heading $r=0.8454^{**}$

2.3 物质积累与运转

2.3.1 物质积累 从移栽至抽穗的单位时间生产干重(日产干重)和干物质累积量(抽穗期干物重), 3 个亚杂组合与亚种内杂种汕优 63 和六优 1 号相比无明显差异, 但每朵颖花所占有的干物重即干重颖花比[干重(mg)/颖花(粒)]则前者低于后者。抽穗期 3 个亚杂组合茎、叶、鞘中储存的可用性碳水化合物(可溶性糖与淀粉之和)也明显低于汕优 63 和六优 1 号。抽穗至成熟, 亚杂组合的单位时间生产干重、干物质累积量及每朵颖花所占有的干物重则明显高于汕优 63 和六优 1 号。如测/扬、测/密和 PC/早 3 个亚杂组合抽穗至成熟的日产干重分别比汕优 63 增加了 37.78%、19.36% 和 28.48%, 干重颖花比分别比汕优 63 高出 66.88%、22.17% 和 19.34%。与亲本相比, 3

个亚杂组合抽穗以后的干物质积累量及干重颖花比除与扬稻 4 号无明显差别外, 均高于其余各亲本(表 4)。表明了亚种间杂种抽穗至成熟期较强的物质生产优势。

2.3.2 物质生产运转率与转换率 由表 5 可知, 3 个亚杂组合的物质运转率、茎鞘物质的输出率及转换率明显低于汕优 63 和六优 1 号, 而前者在成熟期茎、叶、鞘中可用性碳水化合物的残留率则明显高于后者。如测/扬和测/密的茎鞘物质输出率仅为 1.58% 和 2.32%; PC/早成熟时茎鞘的最终干重不仅没有比抽穗时减轻, 反而比抽穗时增加, 即抽穗以后茎鞘中的同化物有净增加。这与亚种内杂种组合有较多的物质向经济器官运转形成鲜明的对比。庄宝华等也有类似的研究结果^[11]。上述结果表明, 亚种间杂种虽然有很大的库容量, 抽穗至成熟有较强的物质生产优势, 但由于物质生产的经济转化效率低, 因而未能充分实现其产量的潜力。

3 讨论

颜振德等曾指出, 籼型三系杂交稻具有明显的前中期累积干物质的优势, 而后期这种优势消失甚至变成劣势^[12~14]。本试验的结果则表明, 亚种间杂种的干物质累积在抽穗后仍表现

出较强的优势。亚杂组合抽穗期 LAI 较高, 叶片气孔密度大以及利用弱光的能力强可能是亚杂组合单叶光合速率高、光合势大的原因和抽穗后产生干物质积累优势的基础^[15]。籼粳亚种间杂种在中后期仍具有干物质积累优势这一特点, 启发我们对籼粳杂种物质生产特性的认识要有别于亚种内杂种, 在技术的指导思想和管理措施上作出相应的调整。

表 3 各品种(组合)的 LAI、光合势和剑叶光合速率

Table 3 LAI, photosynthetic potential and photosynthetic rate in flag leaf of each variety and combination

品种(组合) Varieties and combinations	抽穗期 LAI LAI at heading	光合速率 Photosynthetic rate ($\mu\text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)			抽穗至蜡熟光合势 P. P* from heading to dough($\text{m}^2 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$)
		0**	10	20	
汕优 63 Shanyou 63	7.86	15.82	16.41	9.21	162.9
六优 1 号 Liuyou 1	7.61	19.48	20.41	16.14	172.2
测/扬 Ce/Yang	8.18	18.83	19.96	14.26	183.6
测/密 Ce/Mi	7.82	17.51	18.15	13.88	177.9
PC/早 PC/Zao	6.87	16.43	16.88	13.21	163.2
扬稻 4 号 Yangdao 4	6.95	20.14	23.87	15.14	151.1
密阳 23 Miyang 23	7.83	16.11	17.23	12.43	168.9
早献党 Zaoxiandang	6.55	15.21	15.89	8.48	146.4
测 03 Ce 03	5.57	22.14	24.18	18.43	131.1
PC311	6.15	18.45	18.96	13.24	147.0
SE	0.16	0.41	0.48	0.37	3.45

* Photosynthetic potential ** 抽穗后天数 Days after heading

表 4 各品种(组合)的干物质生产与积累

Table 4 Dry matter production and accumulation of each variety and combination

品种(组合) Variety and combination	移栽—抽穗 日产干重 Transp. -heading ($\text{g d}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$)	抽穗期 Heading stage			成熟期干重 DW at matu. (g m^{-2})	抽穗—成熟 Heading—matu.	
		干重 DW (g m^{-2})	干重颖花比 DW/spike. (mg/spike)	可用性 C* Usable C (g m^{-2})		日产干重 DW per d ($\text{g d}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$)	干重颖花比 DW/spike. (mg/spike.)
汕优 63 Shanyou 63	15.22	1094.93	25.84	364.72	1559.43	11.62	10.96
六优 1 号 Liuyou 1	16.22	1177.69	26.14	361.21	1665.01	9.03	10.82
测/扬 Ce/Yang	15.95	1143.45	24.17	294.43	2008.95	16.01	18.29
测/密 Ce/Mi	17.56	1234.45	22.41	274.84	1972.08	13.87	13.39
PC/早 PC/Zao	15.14	1106.62	17.30	252.49	1942.73	14.93	13.08
扬稻 4 号 Yangdao 4	18.16	1254.94	29.10	341.24	2035.10	14.45	18.09
密阳 23 Miyang 23	15.11	1078.71	28.57	283.69	1567.87	11.93	12.96
早献党 Zaoxiandang	11.06	966.85	32.72	251.84	1294.29	7.80	11.08
测 03 Ce 03	12.71	853.19	17.65	171.48	1462.68	12.79	12.61
PC311	15.96	1017.62	16.88	259.82	1731.45	13.72	11.84
SE	0.38	15.72	0.49	3.58	18.61	0.35	0.36

* Carbohydrate

以往一些研究者认为, 亚种间杂种结实率低、谷粒充实度差的主要原因是库大源不足^[16~18]。但本试验的结果表明, 亚杂组合茎鞘物质没有充分被利用, 个别组合成熟期的茎鞘重反而增加。庄宝华等也发现亚优 2 号成熟期茎鞘有普遍增重的现象。陈学斌等用¹⁴C 标记剑叶, 发现亚杂组合剑叶的光合产物运往穗子的为 59.40%, 而亚种内三系杂交组合平均为 69.39%^[19]。上述结果似乎表明叶片同化产物的供应不足不是引起籼粳杂种结实率低和充实度差的主要原因, 而是由于物质生产的转化效率低, 物质运转(流)不畅。同化物运转率低,

表 5 各品种(组合)的物质生产运转率与转换率

Table 5 Translocation and transformation rate of dry matter production of each variety and combination

品种(组合) Varieties and combinations	物质运转率 TRA(%)	茎鞘物质 输出率 EPMSS(%)	茎鞘物质 转换率 TPMSS(%)	可用性 C 残留率 RPUC(%)	收获指数 Harvest index
汕优 63 Shanyou 63	92.96	22.34	17.97	2.23	0.507
六优 1 号 Liuyou 1	89.66	13.32	15.00	4.22	0.437
测/扬 Ce/Yang	79.98	1.58	1.01	6.21	0.444
测/密 Ce/Mi	84.59	2.32	1.76	6.08	0.397
PC/早 PC/Zao	73.28	-8.82		7.34	0.392
扬稻 4 号 Yangdao 4	81.18	2.69	1.92	5.96	0.449
密阳 23 Miyang 23	87.22	2.06	1.53	5.23	0.436
早献党 Zaixiandang	68.33	0.28	0.40	5.91	0.251
测 03 Ce 03	75.67	-12.78	—	9.85	0.308
PC311	71.50	3.20	2.61	7.69	0.353
SE	1.51	0.34	0.25	0.21	0.01

TRA; Transfer ratio of assimilate EPMSS; Export percentage of the matter in stems and sheaths TPMSS; Transformation percentage of the matter in stems and sheaths RPUC; Residue percentage of the usable carbohydrate

原因可能有① 输导组织结构障碍; ② 库的受容活性低^[25~27]。根据邓启云等研究, 虽然亚杂组合单位面积维管束颖花负荷量大, 但籼粳杂种的穗颈和枝梗及伸长节间维管束数目和大小均优于品种间杂交稻和常规稻^[20]。施用植物生长调节剂能明显提高亚杂组合的结实率和充实度^[21, 22]。笔者等曾用浓度为 10 mg/L 的 ABA 处理刚抽出的穗子, 提高了亚杂组合的谷粒充实率(资料将另文发表)。根据上述结果, 笔者认为输导组织不畅可能不是籼粳杂种“流”不畅的主要原因, 而可能是由于库的受容活性低, 即籽粒“攫取”光合产物的能力不足, 或是籽粒内多种激素之间的不平衡而导致某些酶的活性降低, 从而影响蔗糖的卸载或淀粉的合成。对上述问题进行深入的探讨, 将有助于阐明籼粳杂种籽粒充实率不高的原因。

本试验结果表明, 3 个亚杂组合谷粒充实率均小于 90%, 低于常规籼稻扬稻 4 号和密阳 23, 在籼粳杂种中充实率高的组合, 其产量也高, 这说明提高籼粳杂种的谷粒充实率对于发挥其产量潜力有极其重要的作用。但我们以往几年的研究均发现, 籽粒充实不良的问题不仅表现在籼粳亚种间杂种, 而且亦表现在籼稻或粳稻的亚种内杂种。因此深入研究籽粒充实不良的问题, 对整个杂交水稻的优势利用均有普遍意义。另外本试验的结果以及我们前几年的研究发现, 亚杂组合的结实率低也是限制籼粳杂种优势利用的重要因素。结实率低原因有三: ① 空粒多, ② 秕粒多, ③ 两者兼有之。洪植蕃等认为两系杂交稻组合结实率低主要是空粒多造成的^[23]。笔者等^[24]曾考察了亚优 2 号等 41 个亚杂组合的育性与结实状况, 其空粒率变幅为 3.64%~62.45%, 秕粒率变幅为 5.76%~34.17%。空粒多是造成亚杂组合结实率低的主要原因。但部分组合秕粒多也是一个突出问题。我们研究还发现, 不同的组合以及同一组合在不同的生态条件或不同的年份间籼粳杂种的空粒率变异甚大。造成籼粳杂种空粒率高的原因有待深入研究。

参 考 文 献

- 1 杨守仁、赵纪书, 1959, 农业学报, 10(4), 256~266
- 2 曾世雄、杨秀青、卢庄文, 1980, 作物学报, 6(4), 193~202
- 3 袁隆平, 1990, 中国农业科学, 23(3), 1~6

- 4 王建军、徐云碧、申宗坦, 1991, 中国农业科学, 24(1), 27~33
- 5 谷福林、邹江石、陆曼丽, 1991, 杂交水稻, 6, 9~10
- 6 谷福林、吕川根、陆曼丽, 1991, 江苏农业科学, 1, 5~9
- 7 吕川根、谷福林、陆曼丽, 1991, 江苏农业学报, 7(1), 15~19
- 8 邓仲篪、徐目、陈翠莲, 1992, 杂交水稻, (1), 40~44
- 9 蔡武城、袁厚积, 1992, 科学出版社, 北京, 15~16
- 10 Weyers, J. D. B., 1985, New phytol., 101, 109~115
- 11 庄宝华、林菲、洪植蕃, 1994, 中国水稻科学, 8(2), 111~114
- 12 颜振德, 1978, 中国农业科学, 26~33
- 13 颜振德, 1981, 作物学报, 7(1), 11~18
- 14 洪植蕃、林菲、庄宝华, 1992, 福建农学院学报, 21(2), 129~136
- 15 邓仲篪、洪玉枝、陈翠莲, 1992, 杂交水稻, 4, 42~44
- 16 马国辉、邓启云, 1991, 湖南农业科学, 2, 15~17
- 17 卢向阳、匡逢春、李献坤, 1992, 湖南农学院学报, 18(3), 509~515
- 18 庄宝华、洪植蕃、林菲, 1992, 福建农学院学报, 21(3), 251~258
- 19 陈学斌、徐晓浩、朱兆民, 1991, 湖南农业科学, 1, 7~9
- 20 邓启云、马国辉, 1992, 湖北农学院学报, 1, 7~11
- 21 吴岳轩、吴振球, 1993, 杂交水稻, 3, 30~33
- 22 王文龙、陈清泉、宋光泉, 1994, 杂交水稻, 6, 21~24
- 23 洪植蕃、林菲、庄宝华, 1992, 福建农学院学报, 21(3), 251~258
- 24 杨建昌、朱庆森、王志琴, 1994, 江苏农学院学报, 15(4), 14~18
- 25 B. Venkatesuarlu, B., 1987, IRRPS, 25, 1~19
- 26 Kate, T., 1989, Japan J. Breed, 39, 431~438
- 27 Mohapatra, P. K., 1991, J. of Exp. Bot., 42(240), 871~879

Photosynthetic Characteristics, Dry Matter Accumulation and Its Translocation in Intersubspecific Hybrid Rice

Yang Jianchang Zhu Qingsen Wang Zhiqin Lang Youzhong

(Agronomy Dept., College of Agriculture, Yangzhou University, Yangzhou, Jiangsu 225009)

Abstract The yield-increasing potential of Intersubspecific hybrid rice (ISHR) was greater because of its large panicles, Compared with that of intervarietal hybrid rice (IVHR). ISHR had greater stomatal density and stomatal conductance, and higher photosynthetic rate from heading to maturity, The difference in dry matter accumulation was rather small between ISHR and IVHR before or at heading stage, but the former was lower or less than the latter in terms of the ratio of dry weight to spikelets [DW(mg)/spikelet] and the usable carbohydrate reserved in steams, leaves and sheaths at heading stage. The dry matter production and DW(mg)/spikelet of ISHR, however, were more or higher than those of IVHS after heading. ISHR was lower than IVSR in the transfer ratio of assimilate, the export and transformation percentage of the matter in steams and sheaths. Reasons for the low translocation of the assimilate to grains of ISHR were discussed.

Key words Intersubspecific hybrid rice; Photosynthetic characteristics; Dry matter accumulation; Translocation percentage of assimilate