

双季杂交稻超高产品种搭配模式研究

唐海明¹ 于天一² 肖小平¹ 逢焕成² 汤文光¹ 聂泽民³
任天志² 汪柯¹ 李玉义² 杨光立^{1*}

(1. 湖南省土壤肥料研究所,长沙 410125;

2. 中国农业科学院 农业资源与农业区划研究所,北京 100081;

3. 湖南省南县农业局,湖南 南县 413200)

摘要 以双季常规稻搭配(湘早籼45号-湘晚籼12号)为对照,采用田间小区试验方法,对T优705-湘丰优103(M1,早熟早稻-早熟晚稻)、金优974-丰源优272(M2,中熟早稻-中熟晚稻)、金优402-T优6135(M3,迟熟早稻-迟熟晚稻)3种双季杂交稻搭配的早、晚稻生长发育和周年产量进行了研究。结果表明,各处理早、晚稻(整个生育期)叶面积指数表现为:M3>M2>M1>CK。早稻分蘖盛期和齐穗期,各处理水稻地下部分干物质积累量表现为M1>M3>M2>CK;灌浆期和成熟期,水稻植株的地上部分干物质积累量顺序为M3>M2>M1>CK;晚稻齐穗期、灌浆期和成熟期,地下部分干物质积累量表现为M3>M1>M2>CK。M1和M2处理早、晚稻生育期适宜,均有利于晚稻的安全齐穗,双季水稻总产量分别为16 189.3、15 494.7 kg/hm²,分别比对照增加25.01%、19.65%。由此可见,早、晚稻选择生育期适中的高产早、中熟品种搭配的栽培模式有利于保证双季水稻周年高产。

关键词 双季稻; 品种搭配; 叶面积指数; 干物质积累量; 产量

中图分类号 S 511; S 344.6

文章编号 1007-4333(2013)01-0032-07

文献标志码 A

Study on collocation modes for double-season hybrid rice varieties to optimize yield potential

TANG Hai-ming¹, YU Tian-yi², XIAO Xiao-ping¹, PANG Huan-cheng², TANG Wen-guang¹,
NIE Ze-min³, REN Tian-zhi², WANG Ke¹, LI Yu-yi², YANG Guang-li^{1*}

(1. Hunan Soil and Fertilizer Institute, Changsha 410125, China;

2. Institute of Agricultural Resources and Regional Planning, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081, China;

3. Nanxian Agricultural Bureau, Nanxian 413200, China)

Abstract Effects of collocation modes of three hybrid varieties on growth and total yield of early and late rice under field plot conditions were studied in the present paper. The collocation modes of hybrid varieties including Tyou705-Xiangfengyou103 (M1), Jinyou974-Fengyuanyou272 (M2), Jinyou402-Tyou6135 (M3) were designed and a conventional variety collocation mode (Xiangzaoxian 45-Xiangwanxian 12) was used as control. The results showed that the leaf area index (LAI) of early and late rice between different varieties was following M3>M2>M1>CK. The order for dry matter accumulation of root at active tillering stage and full heading stage was M1>M3>M2>CK, whereas the order for dry matter accumulation of stem and leaves at filling stage and mature stage of early rice was the same as that of LAI. The order for dry matter accumulation of root at full heading stage, filling stage and mature stage of late rice was M3>M1>M2>CK. As far as the growth duration was concerned, M1 and M2 collocation modes were safe for full heading and total rice yields could reach to 16 189.3 and 15 494.7 kg/hm², equals to 25.01% and 19.65% higher than that of the control, respectively. The results indicated that the collocation modes of early and late rice with early and middle growth durations were the optimal modes to produce the highest annual rice yield.

Key words double-season rice; variety collocation; leaf area index; dry matter accumulation; yield

收稿日期: 2012-06-25

基金项目: 国家“十二五”公益性行业(农业)科研专项经费项目(201103001)

第一作者: 唐海明,副研究员,博士,主要从事耕作生态学和农作制等研究,E-mail:tanghaiming66@163.com

通讯作者: 杨光亚,研究员,主要从事耕作生态学和农作制研究,E-mail:guangliyang@tom.com

长江中下游地区是我国双季稻主产区,双季稻产量高低与国家粮食安全密切相关。近年来,前人对双季稻超高产栽培技术、理想株型结构、土壤部分理化性状等方面开展了大量的研究^[1-6],目前,长江中下游双季稻产量进一步提升存在着诸多制约因素,如早、晚稻品种搭配不合理等,导致双季稻周年协调增产较难实现;针对长江中下游地区早、晚稻品种搭配模式研究较少的现状^[7-9],本试验通过对不同早、晚稻杂交稻品种搭配模式,以周年高产为目标,深入开展优化早、晚稻品种搭配技术研究,解决双季杂交稻茬口衔接季节紧张的矛盾,筛选出周年高产品种搭配模式,为双季稻超高产栽培提供技术依据。

1 材料与方法

1.1 试验地点及试验设计

1.1.1 试验地点

本试验于2011年在湖南省益阳市南县三仙湖镇新联村进行。试验前耕层土壤含有机质50.3 g/kg、全氮3.25 g/kg、全磷1.02 g/kg、全钾22.7 g/kg、碱解氮263.0 mg/kg、有效磷16.0 mg/kg、速效钾104.0 mg/kg,pH值7.7。试验地土壤类型为紫潮泥,质地为中壤。该地属亚热带过渡到季风气候,年降雨量1200~1700 mm,年平均温度16~18℃,年日照时数1295.9 h无霜期260~310 d,属于典型的亚热带气候。

1.1.2 试验设计

试验根据早、晚稻生育期的长短设4种不同的早—晚稻品种搭配模式,M1:T优705(早熟早稻)—湘丰优103(早熟晚稻);M2:金优974(中熟早稻)—丰源优272(中熟晚稻);M3:金优402(迟熟早稻)—T优6135(迟熟晚稻);对照:湘早籼45号(早熟早稻)—湘晚籼12号(晚熟晚稻)。4个处理采用随机区组排列,3次重复,小区面积为30 m²。根据不同品种生育特性安排播种期,早稻均于4月5日播种,采用塑料软盘育秧,4月28日移栽,栽插规格为16.5 cm×20 cm。基肥施用N 127.5 kg/hm²,P₂O₅ 90.0 kg/hm²,K₂O 117.0 kg/hm²,移栽后7 d追施N 69.0 kg/hm²。各处理晚稻均采用塑料软盘育秧,M1处理晚稻于6月20日播种,7月17日移栽,M2处理晚稻于6月24日播种,7月22日移栽,M3处理晚稻于6月30日播种,7月27日移栽,对照晚稻于6月19日播种,7月16日移栽,

晚稻栽插规格均为16.5 cm×20 cm。基肥均施用N 127.5 kg/hm²,P₂O₅ 90.0 kg/hm²,移栽后7 d追施N 69.0 kg/hm²,移栽后10 d结合施用除草剂追施K₂O 90.0 kg/hm²。水分管理采用前期淹水、中期烤田和后期干湿交替的管理模式,其他管理措施同常规大田生产。

1.2 测定项目及方法

1.2.1 生育期记载

从播种到成熟,分别记载各处理早稻和晚稻的播种期、移栽期、分蘖期、孕穗期、齐穗期和成熟期。

1.2.2 叶面积指数和干物质积累量测定

各小区分别于分蘖盛期、齐穗期、灌浆期和成熟期随机选择5蔸水稻植株,采用比叶重法测定叶面积,然后将植株按茎、叶、穗部位装袋,于105℃杀青30 min,经80℃烘干至恒重,测定干物质积累量。

1.2.3 叶片SPAD值测定

分别于早稻和晚稻的分蘖盛期、齐穗期、灌浆期和成熟期8个时期,每个小区随机选择5蔸水稻植株,采用SPAD-502型叶绿素测定仪测定叶片上部、中部和下部3个点(分蘖盛期均测定植株主茎最上展开叶、齐穗期和灌浆期及成熟期均测定植株主茎剑叶)的SPAD值,计算其平均值。

1.2.4 产量与产量性状

分别在早、晚稻收获前,每小区随机选择5蔸,对水稻植株进行有效穗数、穗粒数、结实率和千粒重等指标的调查,计算其平均值;同时测定各小区的水稻实际产量。

2 结果与分析

2.1 不同早晚稻品种搭配模式水稻生育期

由表1可知,各处理早稻生育期以对照最短(104 d),M1处理(T优705)生育期为106 d,比对照(湘早籼45)长2 d,M2处理(金优974)、M3处理(金优402)生育期分别为110和115 d,分别比对照增加6和11 d。

晚稻生育期以对照的生育期最长,M1和M2处理晚稻生育期较对照分别缩短11和7 d。在各晚稻品种中,受生育期长短的影响,M1和M2处理均能在9月20日以前安全齐穗,可避免晚稻受寒露风的影响,而M3处理晚稻的齐穗期为9月29日(表1),使晚稻在齐穗时遇到寒露风,从而影响晚稻的安全齐穗,增加了晚稻的空瘪率,降低水稻产量。

表 1 不同早晚稻品种搭配模式水稻生育期

Table 1 Growth stages of early and late rice under different hybrid varieties collocation modes (月-日)

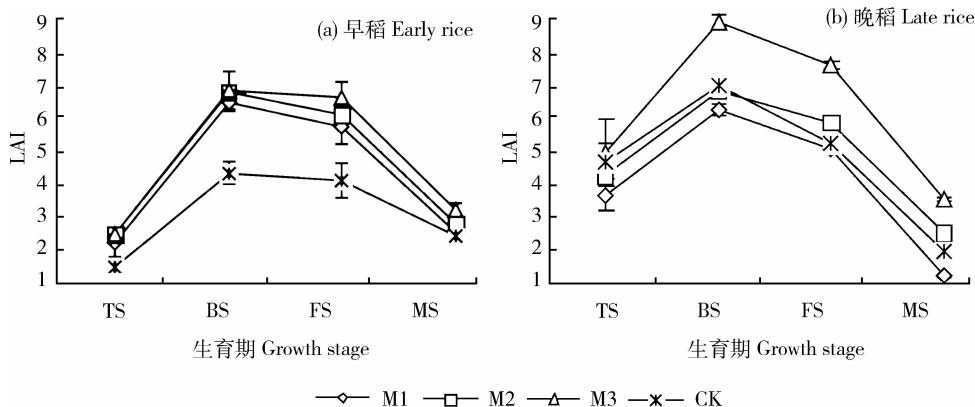
材料 Material	处理 Treatment	生育期 Growth stage						生育期/d Growth stage
		播种期 Seedling date	移栽期 Transplanting date	分蘖期 Tillering stage	孕穗期 Booting stage	齐穗期 Full heading stage	成熟期 Mature stage	
早稻 Early rice	M1	04-05	04-28	06-02	06-13	06-20	07-16	106
	M2	04-05	04-28	06-06	06-17	06-22	07-20	110
	M3	04-05	04-28	06-12	06-23	06-29	07-25	115
	CK	04-05	04-28	05-30	06-11	06-19	07-14	104
晚稻 Late rice	M1	06-20	07-17	08-20	09-01	09-08	10-15	117
	M2	06-24	07-22	08-29	09-12	09-20	10-23	121
	M3	06-30	07-27	09-06	09-20	09-29	11-03	125
	CK	06-19	07-16	09-03	09-17	09-24	10-25	128

注: M1: T 优 705—湘丰优 103 Tyou705—Xiangfengyou103; M2: 金优 974—丰源优 272 Jinyou974—Fengyuanou272; M3: 金优 402—T 优 6135 Jinyou402—Tyou6135; CK: 湘早籼 45 号—湘晚籼 12 号 Xiangzaoxian 45—Xiangwanxian 12。下同。The same below.

2.2 叶面积指数(LAI)

各处理早稻的叶面积指数(LAI)呈抛物线的变化趋势,于齐穗期达到最大值,之后呈下降的变化趋势。在分蘖盛期至齐穗期,M3 处理早稻的 LAI 快速增加,且显著高于其他处理,在齐穗期 LAI 达最高(6.87),比对照增加 2.53;在早稻各生

育期,各处理水稻 LAI 表现为: $M3 > M2 > M1 > CK$,即早稻迟熟品种具有更大的叶面积指数。晚稻的 LAI 整体变化趋势与早稻相似,其中 M3 和 CK 在分蘖盛期到齐穗期 LAI 增长速率较快,但 M1 和 M2 处理于齐穗期达到最大值后,下降较缓慢(图 1)。



TS: 分蘖盛期 Tillering stage; BS: 齐穗期 Booting stage; FS: 灌浆期 Filling stage; MS: 成熟期 Mature stage. 下同 The same below.

图 1 不同早晚稻品种搭配模式水稻叶面积指数

Fig. 1 Leaf area index of early and late rice under different hybrid varieties collocation modes

2.3 干物质积累量

从表 2 中可见,早稻分蘖盛期和齐穗期,以 M1 处理水稻植株的根系干重均为最大(分别为 6.22 和

2.30 g/蔸),其顺序为 $M1 > M3 > M2 > CK$; M3 处理水稻植株的地上部分干重均为最大(分别为 9.16 和 27.17 g/蔸),均显著高于其他处理。灌浆期和成

熟期,各处理间均无明显差异,M2 处理水稻植株的根系干重均为最大;M3 处理水稻植株的地上部分干重均为最大,其顺序为 M3>M2>M1>CK。

晚稻分蘖盛期,以 M3 处理水稻植株的根系和地

上部分干重均为最大(分别为 2.59 和 9.87 g/蔸),均高于其他处理;齐穗期、灌浆期和成熟期,地下部分均以 M3 处理为最大,其顺序为 M3>M1>M2>CK,地上部分以 M1 处理为最大,均高于其他处理。

表 2 不同早晚稻品种搭配模式水稻干物质积累量

Table 2 Dry matter accumulation of early and late rice under different hybrid varieties collocation modes g/hill

材料 Material	处理 Treatment	分蘖盛期 Tillering stage		齐穗期 Full heading stage		灌浆期 Filling stage		成熟期 Mature stage	
		根系干重 Dry of root	地上部分 Dry of stem and leaves	根系干重 Dry of root	地上部分 Dry of stem and leaves	根系干重 Dry of root	地上部分 Dry of stem and leaves	根系干重 Dry of root	地上部分 Dry of stem and leaves
		早稻 Early rice	M1	6.22 aA	6.97 bA	2.30 aA	25.73 aA	3.27 aA	35.25 aA
	M2	3.81 abA	6.25 bA	2.04 aA	26.50 aA	3.65 aA	36.00 aA	1.30 aA	38.28 aA
	M3	5.32 aA	9.16 aA	2.14 aA	27.17 aA	2.57 aA	37.01 aA	1.29 aA	42.01 aA
	CK	2.64 bA	5.73 bA	1.76 aA	24.73 aA	2.00 aA	33.25 aA	0.63 aA	35.69 aA
晚稻 Late rice	M1	2.30 aA	9.34 aA	2.75 aA	40.90 aA	7.78 aA	52.15 aA	1.79 abA	65.77 aA
	M2	1.95 aA	9.85 aA	2.42 aA	39.60 abA	5.70 aA	44.98 bAB	1.68 bA	61.00 abAB
	M3	2.59 aA	9.87 aA	2.90 aA	38.01 bA	8.17 aA	45.00 bAB	2.23 aA	56.50 bB
	CK	1.82 aA	9.85 aA	2.37 aA	39.98 abA	4.73 aA	44.36 bB	1.65 bA	57.05 abAB

注:同列不同大、小写字母分别表示差异达极显著($P<0.01$)和显著水平($P<0.05$),下同。

Note: Different capital and lowercase letters in each column mean significant difference at $P<0.01$ and $P<0.05$. The same below.

2.4 SPAD 值

由图 2 中可知,在早稻各生育期,各处理水稻叶片 SPAD 值呈先增后减的趋势,在齐穗期达到最高值。分蘖盛期,各处理间无明显差异;齐穗期、灌浆期和成熟期均以 M3 处理为最高,均显著高于其他

处理。M3 处理水稻叶片 SPAD 值于灌浆期后下降变幅较小,保持较高的 SPAD 值。各处理晚稻叶片 SPAD 值变化趋势与早稻相似。在晚稻各生育期, M3 处理水稻叶片的 SPAD 值为最高,均显著高于其他处理。各处理水稻叶片 SPAD 值大小顺序为:

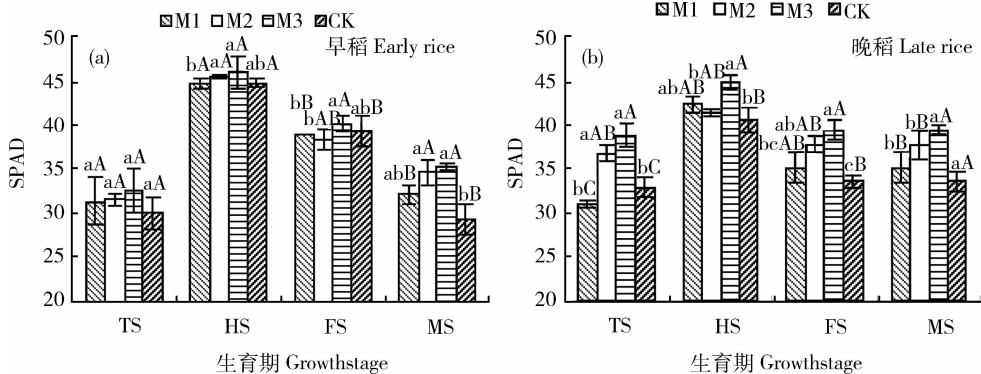


图 2 不同早晚稻品种搭配模式水稻叶片 SPAD 值

Fig. 2 SPAD of early and late rice leaves under different hybrid varieties collocation modes

M3>M2>M1>CK。

2.5 不同早晚稻品种搭配模式水稻产量与产量构成因素

2.5.1 各处理早、晚稻产量与产量构成因素

表3中可知,各处理早稻的有效穗数均明显高于对照,但穗粒数和结实率均低对照,千粒重以M3处理最高,明显高于其他处理。各处理早稻产量表

现为:M3>M2>M1>CK。M3处理早稻产量为7 845.3 kg/hm²,比对照增加18.86%。

各处理晚稻的有效穗数均明显低于对照,但穗粒数和结实率均显著高于对照,M1和M2处理的千粒重均显著高于对照。各处理晚稻产量表现为:M1>M2>M3>CK,M1处理晚稻产量最高,为8 595.4 kg/hm²,比对照增加35.37%。

表3 不同早晚稻品种搭配模式水稻产量及构成因素

Table 3 Yield and yield components of early and late rice under different hybrid varieties collocation modes

材料 Material	处理 Treatment	有效穗数/(10 ⁴ /hm ²) Effective tillers number	穗粒数 Gains per spike	结实率/% Seed setting rate	千粒重/g 1 000-grain weight	产量/(kg/hm ²) Yield
早稻 Early rice	M1	446.25±13.39 aA	95.51±5.24 abA	86.38±1.36 abAB	20.90±0.26 bB	7 593.9±333.8 aAB
	M2	422.25±12.88 aA	92.52±4.84 bA	82.60±2.56 bAB	24.72±0.70 aA	7 650.4±651.8 aA
	M3	433.50±10.08 aA	93.91±8.67 abA	80.76±3.46 bB	25.23±0.60 aA	7 845.3±289.1 aA
	CK	349.65±12.19 bB	98.35±7.29 aA	92.87±1.39 aA	21.36±0.77 bB	6 600.4±272.3 bB
晚稻 Late rice	M1	263.03±11.58 bB	185.40±5.60 bA	68.80±4.86 aA	25.23±0.37 aA	8 595.4±220.8 aA
	M2	250.02±2.86 bB	187.66±5.42 bA	63.80±2.19 abA	27.27±0.10 aA	7 844.3±83.5 bA
	M3	241.61±1.11 bB	207.59±5.35 aA	61.10±6.44 bA	21.88±0.22 bB	6 391.9±83.5 cB
	CK	330.74±15.98 aA	156.47±4.52 cB	58.30±5.14 bB	21.83±0.91 bB	6 349.5±144.5 cB

2.5.2 各处理双季水稻总产量

从图3可知,与双季常规稻搭配模式相比,双季杂交稻能够显著提高周年产量。各处理双季水稻总产量大小顺序为:M1>M2>M3>CK。其中,M1处理双季水稻总产量最高,极显著高于其他处理,为16 189.3 kg/hm²,较对照增产3 239.4 kg/hm²,增

产率为25.01%;其次是M2处理,双季水稻总产量为15 494.7 kg/hm²,比对照增产2 544.8 kg/hm²,增产率为19.65%;M3处理,双季水稻总产量比对照增加9.94%。其中,晚稻贡献大于早稻。

3 讨论

有学者就气候变化与水稻生长期长短关系开展了研究,但结论不一。许信旺等^[10]研究认为,气候变暖下双季稻生育期明显缩短,在一定程度上对水稻产量产生负面影响。刘敏等^[11]研究结果表明气候变化使得湖北省水稻适宜的生长季开始日期提早、安全齐穗终止日期延后,双季稻的安全生长期有所延长。在本研究中,从生育期状况来看,早稻杂交稻品种的生育期均长于对照,各处理早稻品种(早熟、中熟、迟熟品种)分别比对照增加2、6和11 d。由于受早稻生育前期温度的影响和采取塑料软盘集中育秧,其播种和移栽日期提前,有利于水稻早生快发,培育适龄壮秧;调查结果表明,早稻生育期延长主要是孕穗期至成熟期这段时期,这段时期的相对延长有利于水稻充分利用光、热、水资源,增加水稻

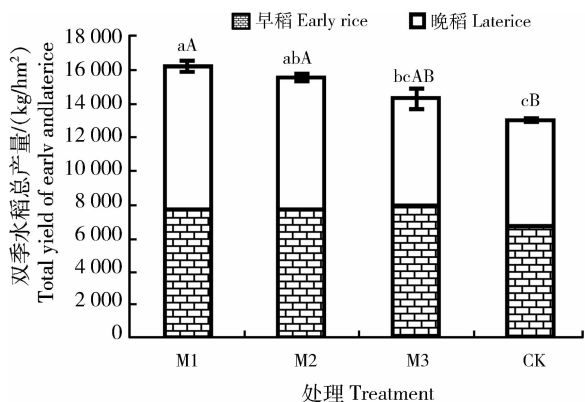


图3 不同早晚稻品种搭配模式双季水稻总产量

Fig. 3 Total yield of early and late rice under different hybrid varieties collocation modes

植株干物质积累,这是各处理杂交早稻产量较高的原因之一,与薛昌颖等^[12]的研究结果相一致。由于受早稻生育期长短的影响,M1 和 M2 处理早稻生育期较短,相应提早了晚稻移栽期,有利于晚稻的安全齐穗;M3 处理的早稻成熟期较晚,因此推迟了晚稻移栽期,搭配生育期较长的晚稻品种则不利于水稻的安全齐穗,从而影响水稻的产量,这也是导致 M3 处理晚稻产量较低的原因之一。

作物不同生育时期的叶面积指数(LAI)变化动态体现水稻群体的生长状况,反映群体的光能利用率大小,是反映光合性能的一个重要指标。作物的平均 LAI 与作物生物产量及经济产量均呈不同程度的正相关关系,增加 LAI 值能使产量增加,但不同时期的增产作用不同^[13-14]。本试验中,早稻各生育期,各处理水稻植株 LAI 表现为:M3 > M2 > M1 > CK;M3 处理早稻的 LAI 快速增加,且显著高于其他处理;在生育后期,M3 处理水稻的 LAI 仍保持较高水平,延缓了水稻植株早衰,有利于 M3 处理早稻高产。晚稻的 LAI 整体变化趋势与早稻相似,M1 处理晚稻于齐穗期达到最大值后,下降较缓慢,能充分利用水稻生长后期丰富的热量资源,有利于晚稻籽粒灌浆,从而有利于晚稻高产。

水稻干物质积累是其吸收利用养分状况的总体反映,是产量形成中的主要影响因素。作物的生物学产量与经济产量呈一定程度正相关。因此,提高作物生物学产量,即提高经济产量^[15]。本试验研究表明,早稻分蘖盛期和齐穗期,以 M1 处理水稻植株的根系干重均为最大,其顺序为 M1 > M3 > M2 > CK;M3 处理水稻植株的地上部分干重均为最大;灌浆期和成熟期,各处理水稻植株地上部分干重顺序为 M3 > M2 > M1 > CK,这可能与各品种特性有关。晚稻齐穗期、灌浆期和成熟期,地上部分干物质积累量均以 M1 处理为最大,且极显著高于其他处理,这可能是 M1 处理晚稻产量较高的原因之一。在水稻生长期,气候变化对其生产潜力及产量具有一定的影响。赵海燕等^[16]对长江中下游地区的研究认为,中稻开花期和乳熟后期的持续高温加重,导致空秕率增加,进而产量下降。在本研究中,各处理早稻产量表现为:M3 > M2 > M1 > CK,从早稻产量构成因素分析可知,各处理的有效穗数均明显高于对照,这是各处理早稻产量较高的主要原因。从晚稻产量与产量构成因素来看,M1 处理晚稻产量为最高,达 8 595.4 kg/hm²,极显著高于其他处理,其

次为 M2 处理;M3 处理产量高于对照,但无明显差异。在各处理中,M1 处理晚稻在保证适宜的有效穗同时,提高了每穗总粒数、结实率和千粒重,这可能是其晚稻产量较高的主要原因。早、晚季水稻生长发育和产量呈现出的差异性,除品种特性外很大可能是由于水稻生长期间所处的气候条件的不同,尤其是抽穗灌浆期光照和温度的差异所致^[17]。

对双季杂交水稻总产量分析结果表明,M1 处理(早熟早稻—早熟晚稻)双季水稻总产量最高,极显著高于其他处理,较对照增加 25.01%;其次是 M2 处理(中熟早稻—中熟晚稻),双季水稻总产量比对照增加 19.65%,主要原因可能是早熟早稻收获后,相应提早了晚稻移栽期,使其能够在寒露风到来之前保证安全齐穗,避免了低温寒害对晚稻的不利影响,降低晚稻的空瘪率和提高结实率。

4 结 论

M1 处理(T 优 705)、M2 处理(金优 974)和 M3 处理(金优 402)早稻生育期分别为 106、110 和 115 d,分别比对照(湘早籼 45)增加 2、6 和 11 d;M1 和 M2 处理晚稻生育期较对照分别缩短 11 和 7 d。

早稻各生育期,各处理水稻植株 LAI 表现为:M3 > M2 > M1 > CK;M3 处理早稻植株和 M1 处理晚稻植株的 LAI 均在生育后期仍保持较高水平,这可能是 M3 处理早稻和 M1 处理晚稻高产的原因。

各处理早稻产量表现为:M3 > M2 > M1 > CK;M1、M2 和 M3 处理早稻产量分别比对照增加 15.05%、15.91%和 18.86%;有效穗数是早稻产量较高的关键因素。各处理晚稻产量表现为:M1 > M2 > M3 > CK;M1、M2 和 M3 处理晚稻产量分别比对照增加 35.37%、23.54%和 0.67%;穗粒数和结实率是晚稻产量较高的关键因素。对双季杂交水稻总产量分析结果表明,早熟早稻—早熟晚稻双季水稻总产量最高,极显著高于其他处理,其次是中熟早稻—中熟晚稻,这表明早、晚稻选择生育期适中的高产早、中熟品种搭配的栽培模式有利于保证双季水稻周年高产。

参 考 文 献

- [1] 邹应斌,黄见良,李合松.双季稻超高产栽培技术研究[J].中国水稻科学,1998,12(增刊):4-8
- [2] 陈友订,万邦惠,张旭.华南双季超高产水稻抽穗期理想株型结

- 构研究[J]. 中国水稻科学, 2005, 19(1): 52-58
- [3] 杨东方, 李学垣. 双季稻复种轮作与连作对土壤有机质性状影响的研究[J]. 中国农业科学, 1990, 23(2): 51-56
- [4] 陈再高, 盛敏元, 胡来贵, 等. 沿江双季稻区早、晚稻不同品种搭配栽培试验效果初报[J]. 安徽农学通报, 2010, 16(1): 86-88
- [5] 裘传友, 杨志根, 王保昌. 早晚稻两季不同品种搭配模式的研究[J]. 现代农业科技, 2010, (19): 47-48
- [6] 汪汉林, 赵立武, 文志平, 等. 双季稻超高产栽培品种搭配方式[J]. 农业现代化研究, 1999, 20(3): 177-180
- [7] 张耀前, 马国辉, 田小海. “双超”品种搭配模式研究[J]. 现代农业科学, 2009, 16(8): 44-45
- [8] 文以良, 文志平, 谢琪凤, 等. “双超”品种搭配栽培模式研究[J]. 湖南农业科学, 2009(6): 33-35
- [9] 周静, 马国辉, 刘习中, 等. 超级杂交稻超高产品种搭配模式研究[J]. 湖南农业科学, 2008(4): 48-50, 53
- [10] 许信旺, 孙满英, 方宇媛, 等. 安徽省气候变化对水稻生产的影响及应对[J]. 农业环境科学学报, 2011, 30(9): 1755-1763
- [11] 刘敏, 刘安国, 邓爱娟, 等. 湖北省水稻生长季热量资源变化特征及其对水稻生产的影响[J]. 华中农业大学学报, 2011, 30(6): 746-752
- [12] 薛昌颖, 刘荣花, 吴骞. 气候变暖对信阳地区水稻生育期的影响[J]. 中国农业气象, 2010, 31(3): 353-357
- [13] 张宾, 赵明, 董志强, 等. 作物高产群体 LAI 动态模型的建立与检验[J]. 作物学报, 2007, 33(4): 612-619
- [14] 杨建昌, 张文虎, 王志琴, 等. 水稻新株型与粳/籼杂种源库特征与物质运转的研究[J]. 中国农业科学, 2001, 34(5): 511-518
- [15] 程式华, 曹立勇, 陈深广, 等. 后期功能型超级杂交稻的概念及生物学意义[J]. 中国水稻科学, 2005, 19(3): 280-284
- [16] 赵海燕, 姚凤梅, 张勇, 等. 长江中下游水稻开花灌浆期气象要素与结实率和粒重的相关性分析[J]. 中国农业科学, 2006, 39(9): 1765-1771
- [17] 朱练峰, 禹盛苗, 欧阳由男, 等. 播栽期对水稻生长和产量及产量构成因素的影响[J]. 中国稻米, 2009(3): 13-17

责任编辑: 袁文业