

# 长江中下游水稻育种基地选址的评价研究

马晓春<sup>1</sup>, 张俊江<sup>1</sup>, 高前宝<sup>1</sup>, 王凯<sup>2</sup>

(1. 安徽隆平高科(新桥)种业有限公司, 安徽合肥 230088; 2. 中国种子集团有限公司产品测评部, 湖北武汉 430206)

**摘要** [目的] 探求育种基地选址的评价方法, 为育种基地的选址提供参考。[方法] 采用 2011—2015 年国家南方稻区长江中下游中籼迟熟区域试验产量数据, 比较分析 13 个区试点代表性, 以及试点对品种的判别力。[结果] 不同试点间产量差异较大。其中, 江苏盐城、江苏扬州、安徽芜湖和河南信阳 4 个试点产量表现与整体产量表现的相关性最强, 说明这 4 个试点具有较强的区域代表性。AMMI 分析表明, 福建建阳、湖北宜昌、江苏盐城和浙江富阳 4 个试点的稳定性参数  $D_j$  最大, 分别为 34.72、31.91、31.42 和 30.89, 说明这 4 个试点对品种的判别力最强。结合试点代表性和试点对品种判别力分析, 江苏盐城、湖北宜昌、安徽合肥和河南信阳 4 个试点不仅具有较强的试点代表性, 同时其对品种的判别力也较强。[结论] 江苏盐城、湖北宜昌、安徽合肥和河南信阳 4 个试点所在的区域比较适合建设育种基地。

**关键词** 水稻; 育种基地; 试点代表性; 判别力; AMMI 模型

中图分类号 S511 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2020)02-0055-04

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2020.02.015



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

## Evaluation on Sites Selection for Rice Breeding Base in Middle and Lower Reaches of Yangtze River

MA Xiao-chun, ZHANG Jun-jiang, GAO Qian-bao et al (Anhui Longping High-Tech(Xinqiao) Seed Industry Co., Ltd., Hefei, Anhui 230088)

**Abstract** [Objective] To find out a method for site selection of rice breeding base, and to provide references for the breeding base selection. [Method] The yield data were from the 13 national region trial locations of Medium-Indica rice late cropping group in Middle and Lower Reaches of Yangtze River during 2011-2015, which were used to evaluate their location representation and discriminating ability. [Result] There were great differences in yield among different locations. Among them, Yancheng in Jiangsu Province, Yangzhou in Jiangsu Province, Wuhu in Anhui Province and Xinyang in Henan Province showed the relatively close correlation between yield performance and overall yield performance, indicating that these four sites had relatively strong regional representation for rice breeding. AMMI model analysis revealed that Jianyang in Fujian Province, Yichang in Hubei Province, Yancheng in Jiangsu Province and Fuyang in Zhejiang Province showed the highest stability parameter ( $D_j$ ), which were 34.72, 31.91, 31.42 and 30.89, respectively, which indicated that these four sites had better discriminating ability. Considering both location representation and discriminating ability, Yancheng in Jiangsu Province, Yichang in Hubei Province, Hefei in Anhui Province and Xinyang in Henan Province showed relatively stronger location representation and discrimination ability. [Conclusion] Yancheng in Jiangsu Province, Yichang in Hubei Province, Hefei in Anhui Province and Xinyang in Henan Province were the ideal locations for rice breeding base.

**Key words** Rice; Breeding base; Location representation; Discriminating ability; AMMI model

水稻育种基地的选址直接影响到育种家品种选育的效率<sup>[1]</sup>。选择理想的地点建设育种基地长期以来困扰着育种家和育种单位。目前, 关于育种基地选址的研究鲜有报道, 因此探索育种基地选址评价方法, 筛选出适合作水稻育种基地的地点对提高育种效率有十分重要的意义。育种基地是育种工作的核心, 好的育种基地不仅代表同一生态区气候的普遍性<sup>[1]</sup>, 同时还需对品种具有一定程度的判别力。Hamblin 等<sup>[2]</sup>利用所有品种在单点的表现与所有试点整体表现的相关性来评价试点代表性, 并发现某些试点可以代表并预测整体表现。另外, 关于试点对品种判别力评价的方法有很多种<sup>[3-4]</sup>。Brown 等<sup>[5]</sup>利用回归系数法判别试点对品种的判别力, 即地点对品种指数的回归系数  $b_j$  值越大, 试点的辨别力越强。樊龙江等<sup>[4]</sup>通过比较变异系数法、回归系数法以及 AMMI 模型 3 种估算方法评价试点对品种判别力的差异, 得出 AMMI 模型较其他 2 种方法更科学准确。AMMI 模型最早由 Guach<sup>[6]</sup>提出, 主要用于分析作物基因型与环境的互作, 该模型结合主成分分析与方差分析, 将乘积形式的交互作用加入常规的基因型与环境的加性模型中, 不仅能估计交互作用

的特点与形态, 还能应用稳定性参数评价试点对品种鉴别力的大小<sup>[7]</sup>。目前, 关于 AMMI 模型用于评价试点对品种判别力的研究已有大量报道<sup>[8-15]</sup>。一个好的育种基地不仅需要较强的品种判别能力, 还需要具有较强的区域代表性。将试点判别力与代表性分析结合起来用于评价育种基地的选址, 以提高育种效率还鲜有报道。鉴于此, 笔者采用 2011—2015 年国家南方稻区长江中下游中籼迟熟组区域试验数据, 结合试点代表性及判别力分析, 对国家区域试验试点所在区域是否合适选址建设育种基地提供参考。

## 1 材料与方法

**1.1 试验数据来源** 选用 2011—2015 年国家南方稻区长江中下游中籼迟熟组区域试验产量结果, 该组别每年试点数 15 个, 选取 5 年内相同的试点 13 个, 各试点采用随机区组试验设计, 3 次重复, 小区面积不少于 13.33 m<sup>2</sup>。试点分布在 8 个省份, 分别为安徽合肥、安徽黄山、安徽芜湖、福建建阳、河南信阳、湖北京山、湖北宜昌、湖南怀化、湖南岳阳、江苏盐城、江苏扬州、江西九江、浙江富阳(表 1)。

2011—2015 年国家南方稻区长江中下游中籼迟熟组区域试验参试品种主要为两系、三系杂交水稻品种。品种数共计达 412 个, 其中两系杂交稻品种 326 个、三系杂交稻品种 86 个。各年份参试品种的基本情况见表 2。

**作者简介** 马晓春(1990—), 男, 安徽合肥人, 农艺师, 硕士, 从事水稻育种及栽培研究。

**收稿日期** 2019-07-24

表1 长江中下游中籼迟熟国家区域试验点基本信息

Table 1 The basic information of national region trail location from Medium-Indica rice late cropping group in Middle and Lower Reaches of Yangtze River

试点名称 Name of the locatoion	试验地点 Regional trail location	经度 Longitude	纬度 Latitude	海拔 Altitude//m
安徽合肥 Hefei, Anhui	合肥市	117°00'	32°00'	20.0
安徽黄山 Huangshan, Anhui	黄山市农业科学研究所基地	118°14'	29°40'	134.0
安徽芜湖 Wuhu, Anhui	芜湖市镜湖区利民村	118°27'	31°14'	7.2
福建建阳 Jianyang, Fujian	建阳市马伏良种场三亩片	118°22'	27°03'	150.0
河南信阳 Xinyang, Henan	信阳市农业科学院试验田	117°04'	32°04'	75.9
湖北京山 Jingshan, Hubei	京山县永兴镇苏余畈村	113°07'	31°01'	75.6
湖北宜昌 Yichang, Hubei	枝江市问安镇	111°05'	30°34'	60.0
湖南怀化 Huaihua, Hunan	怀化市鹤城区石门乡坨院村	109°58'	27°33'	231.0
湖南岳阳 Yueyang, Hunan	岳阳县麻塘镇	113°05'	29°24'	32.0
江苏盐城 Yancheng, Jiangsu	盐城市	120°08'	33°23'	2.7
江苏扬州 Yangzhou, Jiangsu	扬州市	119°25'	32°25'	8.0
江西九江 Jiujiang, Jiangxi	九江县马回岭镇	115°48'	29°26'	45.0
浙江富阳 Fuyang, Zhejiang	杭州市富阳区	120°19'	30°12'	7.2

注:数据来源于2011—2015年度《中国水稻新品种试验—南方稻区国家水稻区试品种报告》

Note: The data were from Experiments for New Rice Cultivators in China—The Reports of the National Region Trails for Rice in South China during 2011—2015

1.2 数据处理与分析 鉴于每年的品种不同,因此在数据的分析过程中将2011—2015年数据合并分析,不考虑年份。

利用简单的直线相关,分析品种各点的产量表现与整体产量表现的相关性,通过相关系数评价试点代表性。

利用 AMMI 模型分析各试点对品种的判别力,AMMI 模型是加性主效应和乘积交互作用模型,其模型如下:

$$y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \sum_{n=1}^N \lambda_n \theta_{in} \delta_{jn} + \rho_{ij} + \varepsilon_{ijk} \quad (1)$$

式中, $y_{ijk}$ 是第*i*品种在环境*j*的第*k*次重复的观察值; $\mu$ 是总的产量平均值; $\alpha_i$ 是第*i*基因型与总平均的离差(基因型主效应); $\beta_j$ 是第*j*环境与总平均的离差(环境主效应); $\lambda_n$ 是第*n*个交互效应主成分轴(IPCA)的差异值; $\theta_{in}$ 是第*n*轴的基因型特征向量值; $\delta_{jn}$ 是第*n*轴的环境特征向量值; $\rho_{ij}$ 是提取*N*个 IPCA 轴后留下的残差; $\varepsilon_{ijk}$ 是试验误差。

试点对品种判别力的评价参数就是 IPCA 在 *k* 维空间中试点离原点的距离  $D_j$  (即欧氏距离),其计算公式如下:

$$D_j = \sqrt{\sum_{i=1}^n \text{IPCA}_i^2} \quad (2)$$

式中, $D_j$ 是试点对品种判别力的评价参数。 $D_j$ 值越大,基因型在环境中表现出来的遗传差异越大,越有利于充分发挥基因型的特性,试点对品种的判别力也就越强。

主要采用 Excel 2016、Sigmaplot 12.0 和 Genstat 18 软件进行数据的统计分析和绘图。

## 2 结果与分析

2.1 试点及品种 由表1可知,试点数13个,分布在8个省份,其中安徽省试点较多,有3个;湖北、湖南、江苏省各有2个试点,福建、河南、江西、浙江各有1个试点。

2011—2015年国家南方稻区长江中下游中籼迟熟区域试验品种的汇总信息见表2。试验品种主要为两系和三系杂交稻品种,5年品种总数达412个,其中两系杂交稻品种数326个,占品种总数的79.1%,三系杂交稻品种数86个,占品种总数20.9%。

2.2 各试点产量水平分析 2011—2015年国家南方稻区长

表2 2011—2015年长江中下游中籼迟熟国家区试品种基本信息

Table 2 The basic information of the varieties in national regional trail from Medium-Indica rice late cropping group in Middle and Lower Reaches of the Yangtze River Area during 2011—2015

年份 Year	三系杂交稻品种数 The number of the three-line hybrid rice varieties	两系杂交稻品种数 The number of the two-line hybrid rice varieties	合计 Total
2011	29	43	72
2012	16	59	75
2013	12	64	76
2014	10	83	93
2015	19	77	96
合计 Total	86	326	412

注:统计数据来源于2011—2015年度《中国水稻新品种试验—南方稻区国家水稻区试品种报告》

Note: The statistical data were from Experiments for New Rice Cultivars in China - The Reports of the National Regional Trails for Rice in South China during 2011—2015

江中下游中籼迟熟组品种在各区试点的产量表现如表3。5年内所有品种(412个)在区试点(13个)的产量水平最大值为12 837.45 kg/hm<sup>2</sup>,最小值为5 240.70 kg/hm<sup>2</sup>,其总平均产量为9 244.05 kg/hm<sup>2</sup>,偏度0.21,峰度0.23。不同试点间产量差异较大,其中湖北京山、湖北宜昌和江苏盐城3个试点的产量水平较高,达9 637.80~10 293.90 kg/hm<sup>2</sup>;而江西九江、福建建阳和浙江富阳3个试点产量水平较低为8 308.20~8 749.65 kg/hm<sup>2</sup>。

2.3 各试点代表性分析 各试点产量与区域整体产量的相关性见表4。除福建建阳外,各试点产量与区域整体产量均表现出显著正相关关系。其中,江苏盐城、江苏扬州、安徽芜湖和河南信阳4个试点的相关性较好,说明试点代表性较强,相关系数*r*依次为0.80、0.80、0.78和0.75;决定系数*r*<sup>2</sup>依次为0.64、0.64、0.60和0.56。湖北京山、江西九江、浙江富阳

和福建建阳则表现出较差的相关性,表明试点代表性较差, 为 0.19、0.16、0.01 和 0。  
相关系数  $r$  分别为 0.44、0.40、0.12 和 -0.03, 决定系数  $r^2$  分别

表 3 2011—2015 年长江中下游中粒迟熟国家区试品种在各试点的产量比较

Table 3 Comparison of variety yields in different trial sites from Medium-Indica rice late cropping group in Middle and Lower Reaches of the Yangtze River Area during 2011-2015

试点 Trial site	平均值 Mean kg/hm <sup>2</sup>	最小值 Min kg/hm <sup>2</sup>	最大值 Max kg/hm <sup>2</sup>	偏度 Skew	峰度 Kurt
安徽合肥 Hefei, Anhui	9 469.65	6 528.15	11 989.95	-0.36	-0.07
安徽黄山 Huangshan, Anhui	8 907.75	6 375.00	10 732.50	-0.04	0.46
安徽芜湖 Wuhu, Anhui	9 605.40	8 029.95	11 467.50	0.09	-0.46
福建建阳 Jianyang, Fujian	8 653.80	5 674.95	10 600.05	-0.12	-0.54
河南信阳 Xinyang, Henan	9 052.65	6 762.45	11 357.55	0.46	0.23
湖北京山 Jingshan, Hubei	10 293.90	7 080.75	12 113.70	-0.56	0.33
湖北宜昌 Yichang, Hubei	9 727.50	7 090.80	12 295.95	0.12	-0.86
湖南怀化 Huaihua, Hunan	8 779.80	6 887.55	10 257.45	-0.37	-0.29
湖南岳阳 Yueyang, Hunan	9 513.60	8 412.45	10 474.95	-0.19	-1.11
江苏盐城 Yancheng, Jiangsu	9 637.80	6 109.95	12 837.45	0.20	-0.25
江苏扬州 Yangzhou, Jiangsu	9 471.90	6 802.50	11 250.00	-0.03	-0.08
江西九江 Jiujiang, Jiangxi	8 749.65	7 045.05	10 065.00	-0.54	0.59
浙江富阳 Fuyang, Zhejiang	8 308.20	5 240.70	10 196.55	-0.19	-0.08
总计 Total	9 244.05	5 240.70	12 837.45	0.21	0.23

注:产量数据来源于 2011—2015 年度《中国水稻新品种试验—南方稻区国家水稻区试品种报告》

Note: The yield data were from Experiments for New Rice Cultivars in China-The Reports of the National Regional Trails for Rice in South China during 2011-2015

表 4 品种在各试点产量与区域整体产量的相关性

Table 4 Correlation between the yield performance of varieties in a locality and their yield performance over a large area

试点 Trial site	相关系数 Correlation coefficient $r$	决定系数 Determination coefficient $r^2$	排位 Rank	试点 Trial site	相关系数 Correlation coefficient $r$	决定系数 Determination coefficient $r^2$	排位 Rank
安徽合肥 Hefei, Anhui	0.70**	0.49**	5	湖南怀化 Huaihua, Hunan	0.60**	0.37**	7
安徽黄山 Huangshan, Anhui	0.72**	0.52**	4	湖南岳阳 Yueyang, Hunan	0.53**	0.28**	8
安徽芜湖 Wuhu, Anhui	0.78**	0.60**	2	江苏盐城 Yancheng, Jiangsu	0.80**	0.64**	1
福建建阳 Jianyang, Fujian	-0.03	0.00	12	江苏扬州 Yangzhou, Jiangsu	0.80**	0.64**	1
河南信阳 Xinyang, Henan	0.75**	0.56**	3	江西九江 Jiujiang, Jiangxi	0.40**	0.16**	10
湖北京山 Jingshan, Hubei	0.44**	0.19**	9	浙江富阳 Fuyang, Zhejiang	0.12*	0.01*	11
湖北宜昌 Yichang, Hubei	0.69**	0.47**	6				

注: \* 和 \*\* 分别表现相关性达 0.05 和 0.01 显著水平;  $n=412$

Note: \* and \*\* indicated significance at 0.05 and 0.01 levels, respectively;  $n=412$

2.4 AMMI 模型分析 对 412 个品种在 13 个区试点的产量表现进行 AMMI 分析, 结果见表 5。交互效应主成分轴 (IPCA) 显著性测验表明, 8 个 IPCA 轴均达极显著水平, 其余的 IPCA 轴的变异合并为残差。从表 5 可以看出, 品种 (V)、试

点 (L)、交互作用 (V×L) 的平方和分别占整个处理平方和的 22.46%、26.74% 和 50.80%, 说明交互作用解释了绝大部分的变异。对交互作用作进一步分解分析, IPCA1~IPCA8 轴共解释了 91.04% 的交互作用。

表 5 区试产量数据的方差分析及 AMMI 模型分析结果

Table 5 ANOVA and AMMI analysis results of yield for rice regional trial

方差来源 Source	自由度 $df$	平方和 SS	均方 MS	F	P 值 P value
品种 Varieties (V)	411	5 588 626	13 598	5.30	<0.001
试点 Trail locations (L)	12	6 652 397	554 366	216.24	<0.001
交互作用 V×L	4 931	12 641 544	2 564	—	—
IPCA1	422	5 219 219	12 368	17.58	<0.001
IPCA2	420	2 099 407	4 999	7.11	<0.001
IPCA3	418	1 343 532	3 214	4.57	<0.001
IPCA4	416	988 927	2 377	3.38	<0.001
IPCA5	414	641 026	1 548	2.20	<0.001
IPCA6	412	430 265	1 044	1.48	<0.001
IPCA7	410	399 210	974	1.38	<0.001
IPCA8	408	386 634	948	1.35	<0.001
残差 Residuals	1 611	1 133 324	703	—	—

**2.5 区试点对品种判别能力分析** 为了分析各区试点对品种的判别能力,将试点在8个IPCA轴上的值以及试点稳定性参数 $D_j$ 列于表6。从表6可以看出,福建建阳、湖北宜昌、

江苏盐城和浙江富阳 $D_j$ 值大,说明这4个试点对品种的判别力强。另外,湖南岳阳、安徽芜湖、江西九江和江苏扬州4个试点 $D_j$ 值较小,试点对品种的判别力较差。

表6 区试点在显著互作主成分轴上的得分和稳定性参数比较

Table 6 Comparison of score and stability parameters ( $D_j$ ) of each regional trial locations in the principle components axis of significant interaction

试点 Trial site	互作主成分 Mutual principal components								稳定性参数 Stability parameter $D_j$
	IPCA1	IPCA2	IPCA3	IPCA4	IPCA5	IPCA6	IPCA7	IPCA8	
安徽合肥 Hefei, Anhui	-12.14	-17.80	2.76	-14.68	-6.93	4.72	11.48	7.58	30.77
安徽黄山 Huangshan, Anhui	-2.61	0.26	-3.48	0.49	-3.63	16.86	-1.97	-16.25	24.18
安徽芜湖 Wuhu, Anhui	-1.11	3.37	2.40	4.44	6.79	10.04	-1.02	9.34	16.53
福建建阳 Jianshang, Fujian	26.66	-5.42	-8.84	-10.71	16.06	-1.79	2.53	-2.24	34.72
河南信阳 Xinyang, Henan	-4.77	-2.76	14.94	12.48	9.29	-4.10	10.09	-6.14	25.53
湖北北京山 Jingshan, Hubei	2.80	23.52	13.95	-4.93	-4.15	-0.70	3.94	0.54	28.52
湖北宜昌 Yichang, Hubei	-10.18	12.68	-24.12	6.23	-2.48	-5.37	9.92	0.45	31.91
湖南怀化 Huaihua, Hunan	6.41	5.53	-0.80	7.44	0.98	6.33	-6.48	12.56	19.20
湖南岳阳 Yueyang, Hunan	3.02	6.49	-1.74	-12.09	-5.93	-3.45	-9.02	-1.77	18.22
江苏盐城 Yancheng, Jiangsu	-26.12	-8.02	-1.83	1.56	9.69	-4.04	-11.15	-0.40	31.42
江苏扬州 Yangzhou, Jiangsu	-10.60	-1.00	2.14	-3.17	-4.17	-7.98	-3.93	-2.02	15.12
江西九江 Jiujiang, Jiangxi	10.51	-1.72	6.42	-1.52	-2.37	-7.68	-2.54	-2.08	15.24
浙江富阳 Fuyang, Zhejiang	18.13	-15.13	-1.80	14.46	-13.14	-2.85	-1.86	0.45	30.89

**2.6 结合代表性和判别力对试点的分类** 结合试点代表性相关系数( $r$ )与试点对品种判别力参数( $D_j$ )绘制二维图;再以各试点代表性相关系数 $r$ 与试点稳定性参数 $D_j$ 的平均值作为分界点,将试点分为A、B、C和D共4类(图1)。其中,A类有4个试点,分别为江苏盐城、安徽合肥、湖北宜昌、河南信阳,该类试点代表性以及试点对品种判别力都较强,其所在区域比较适合选作水稻育种基地,尤其是前3个试点。B类有4个试点,分别为安徽黄山、湖南怀化、安徽芜湖和江苏扬州,该类试点代表性较强,但对品种的判别力较小。C类有2个试点,分别为湖南岳阳和江西九江,该类试点代表性、以及对品种的判别力都较差,其所在区域不适合选作水稻育种基地。D类有3个试点,分别为湖北北京山、浙江富阳和福建建阳,该类试点代表性较差,但对品种的判别力较强,该类试点比较适合品种试验试点。

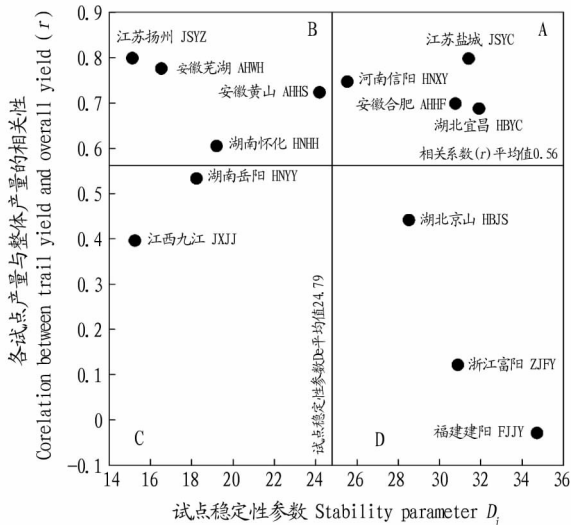


图1 根据试点相关性及稳定系数对试点的分类

Fig.1 Classification of trial location according to correlation coefficient and stability parameters

### 3 讨论

该研究采用了长江中下游稻区13个国家区试点的数据,试点分布于8省,5年区试数据分析表明不同试点的产量水平差异较大,同时品种间个体的差异也较大,比较适合作数据统计分析。从品种的结构来看,品种全部为杂交水稻,而且以两系杂交稻为主,占品种总数的79.1%,这表明长江中下游中籼迟熟稻区育种目标主要以两系杂交稻为主。

张群远等<sup>[16]</sup>指出,试点代表性分为普遍代表性和特殊代表性,前者指一个试点结果与整个结果的一致程度,反映了试点环境对整体环境的代表程度;相反后者是指试点结果与整体的不一致程度,反映的是对特殊环境代表程度。利用试点产量表现与整体产量的相关性来评价试点的代表性<sup>[2]</sup>,结果表明江苏盐城和江苏扬州2个试点的普遍代表性最强,相关系数 $r$ 值均为0.80;另外,福建建阳试点特殊代表性较强( $r = -0.03$ )。作为品种区域试验试点,为了丰富品种的结果信息,可以通过设置一些特殊代表性试点提高环境多样性,以丰富品种试验结果信息<sup>[17]</sup>;但作为育种基地的选址,为提高品种选育效率,应尽可能地选择普遍代表性强的试点。另外,水稻育种基地的选址一般会倾向性地选择高产的区域,认为高产地域会拉开品种间个体差异;但是高产区域又不能代表广大农民生产的实际。从该研究结果显示,湖北北京山的产量最高(10 293.90 kg/hm<sup>2</sup>),但其试点代表性却一般( $r = 0.44$ )。

试点判别力是试点对品种的区分能力,试点判别力高,品种间的变异就大,说明试点所代表的环境条件有利于品种间差异的充分展现。樊龙江等<sup>[4]</sup>采用不同方法进行对比研究,结果显示AMMI模型比较适合试点判别力的分析,该方法在糜子、甘蔗、西瓜、水稻等作物中均有报道<sup>[7-11]</sup>。该研究采用AMMI模型分析试点判别力,结果显示福建建阳、湖北宜昌、江苏盐城和浙江富阳试点稳定性参数 $D_j$ 值较大(30.89~34.72)、对品种的判别力最强,这些试点较适合选作为水稻品种区

(下转第62页)

却持续增加,不影响盛花期开花,且新稻 97200A 盛花期日开花量虽不大,但连续 3 d 基本都属于盛花期,之后快速减少,开花较集中,花期较短,说明花期的长短及集中度应该还与品种本身的生理特性<sup>[19-20]</sup>、环境因子<sup>[21]</sup>等其他因素有关,具体影响因素仍有待于进一步研究。同时,可进一步认为在开花期气候不稳定时,利用不育系新稻 97200A 进行杂交,可能会更好地克服因天气原因而导致的无法正常授粉。

2 个不育系各有优点,但也有可以进一步改进的空间。例如新稻 97200A 穗着粒密度较大,可能会降低异交结实率,可根据农艺性状相关性适当提升株高,从而有效促进穗长,适当降低单株颖花数,从而降低穗着粒密度,提高其异交结实率。因此,在进行不育系组配时,要充分考虑到其优点及不足,选择对应的保持系或恢复系取长补短。

该试验仅对 2 个新乡本地育成的三系不育系部分特征特性进行了观察分析,其异交结实率、配合力、产量、品质及抗病性有待继续研究。为增加数据可靠性,还应与国内外其他优良不育系进行多年、多点、定时观察比较分析,为不育系的改良提供更全面可靠的参考资料,从而选育出高产、优质、抗性好、适应性广及异交习性好的不育系新品种。

#### 参考文献

- [1] 刘贺梅,王书玉,殷春渊,等.杂交粳稻新组合新梗优 1 号产量结构分析[J].河南科技学院学报,2012,40(1):15-19.
- [2] 林海,庞乾林,阮刘青,等.近 10 年我国审定通过的粳稻品种产量及品质性状分析[J].中国稻米,2011,17(2):1-5.
- [3] 姜秀英,沈枫,刘博,等.杂交粳稻新组合辽优 20 产量构成及相关农艺性状分析[J].辽宁农业科学,2008(1):8-10.
- [4] 吴茂力,吴万义,匡应龙.水稻品种绵香 576 产量结构分析及其高产栽培

- 培技术[J].种子,2010,29(12):108-109.
- [5] 吴院,吴浩远,李晖.水稻免耕直播生育特性及其关键技术[J].江西农业学报,2006,18(4):54-56.
- [6] 林强,梁康远,郑秀平,等.早籼杂交稻粒形和产量性状的遗传效应与杂种优势分析[J].福建农林大学学报(自然科学版),2009,38(4):337-341.
- [7] 沈家运.5 个质核互作型不育系的应用基础研究和新组合选育[D].武汉:华中农业大学,2009.
- [8] 林强,郑秀平,吴志源,等.杂交水稻三系不育系选育的实践与探讨[J].江西农业学报,2006,18(6):25-27.
- [9] 刘贺梅,王书玉,孙建权,等.杂交粳稻新组合新梗优 1 号的选育与栽培技术[J].中国稻米,2012,18(1):68-69.
- [10] 丁军,余显权.10 个新育水稻三系不育系特征特性观察[J].种子,2016,35(5):115-117.
- [11] 王金秀.水稻新质源细胞质雄性不育和光(温)敏核不育选系的繁殖制种特性研究[D].武汉:华中农业大学,2013.
- [12] 宋昕蔚,林建荣,吴明国.矮败型广亲和粳稻不育系的遗传改良及生物学特性研究[J].中国水稻科学,2010,24(6):595-600.
- [13] 肖人鹏,唐永群,刘强明,等.高温伏旱下籼粳型水稻不育系的开花习性[J].南方农业学报,2017,48(11):1954-1960.
- [14] 杨润,余显权,周丽洁,等.5 个水稻三系不育系特征特性观察与分析[J].河南农业科学,2017,46(9):6-10,17.
- [15] 王先俱.印水型杂交粳稻恢复分子选择及生态适应性研究[D].昆明:云南农业大学,2013.
- [16] 吴克胜.田间温湿度对杂交水稻花时的影响[J].种子世界,1985(7):20.
- [17] 袁振兴.杂交水稻繁殖制种花时的温湿效应研究[J].杂交水稻,1988(2):19-21.
- [18] 马启林,胡达明,王维金.杂交水稻制种扬花期最适温湿互作配比研究[J].中国水稻科学,2001,15(1):41-45.
- [19] 蒋向辉,余显权,赵德刚,等.贵州地方耐冷水稻品种开花期耐冷的生理特性研究[J].广西农业科学,2005,36(1):6-10.
- [20] 王贺正,马均,李旭毅,等.水稻开花期一些生理生化特性与品种抗旱性的关系[J].中国农业科学,2007,40(2):399-404.
- [21] 符冠富.花期高温热害影响水稻颖花育性及同化物转运的机理研究[D].北京:中国农业科学院,2015:1-73.

(上接第 58 页)

域试验试点。

育种基地的选址应有助于提高品种选育的效率,需要具有较强的普遍代表性以及对品种较强的判别力。结合这 2 个因素,该研究将 13 个水稻区试点分为 4 类,其中 A 类试点普遍代表性、对品种的判别力都较强,其所在区域是长江中下游稻区育种基地选址的理想位置,分别为江苏盐城、湖北宜昌、安徽合肥和河南信阳试点。

#### 4 结论

基地的选址对提高育种基地品种选育的效率至关重要,它不仅需要考虑地域代表性,以保证品种的选育符合相应区域的整体结果,同时还需要关注地域对品种的判别力,使品种间的个体差异得以充分体现。该研究结合长江中下游稻区国家区试点的代表性和其对品种的判别力分析,结果显示江苏盐城、湖北宜昌、安徽合肥和河南信阳试点所在的区域较适合建设育种基地。

#### 参考文献

- [1] 徐加平,王学辉,周莉.云贵高原水稻育种试验基地规划探讨[J].中国稻米,2017,23(1):115-117.
- [2] HAMBLEN J, FISHER H M, RIDINGS H I. The choice of locality for plant breeding when selecting for high yield and general adaptation[J]. Euphytica, 1980, 29(1): 161-168.
- [3] 樊龙江,胡秉民,许德信.水稻区域试验点对品种判别能力估计方法的

- 研究[J].中国水稻科学,2000,14(1):58-60.
- [4] 樊龙江,胡秉民.作物区域试验点判别力估算方法的比较研究[J].生物数学学报,2000,15(2):175-179.
- [5] BROWN K D, SORRELLS M E, COFFMAN W R. A method for classification and evaluation of testing environments[J]. Crop science, 1983, 23(5): 889-893.
- [6] GAUCH H G. Model selection and validation for yield trials with interception[J]. Biometrics, 1988, 44(3): 705-715.
- [7] 李辛村,张恩和,董孔军,等.用 AMMI 双标图分析糜子品种的产量稳定性及试点代表性[J].中国生态农业学报,2012,20(4):422-426.
- [8] 汪洲涛,苏炜华,阙友雄,等.应用 AMMI 和 HA-GGE 双标图分析甘蔗品种产量稳定性和试点代表性[J].中国生态农业学报,2016,24(6):790-800.
- [9] 王志强,刘声锋,郭守金,等.用 AMMI 双标图分析西瓜品种的产量稳定性及试点判别力[J].干旱地区农业研究,2013,31(4):89-93.
- [10] 杨仕华,程本义.应用 AMMI 模型评价水稻区试点对品种的判别力[J].江西农业大学学报,2000,22(4):479-481.
- [11] 杨仕华,胡小军.中国水稻新品种试验:2011 年南方稻区国家水稻品种试验汇总报告[M].北京:中国农业科学技术出版社,2011.
- [12] 杨仕华,曾波.中国水稻新品种试验:2012 年南方稻区国家水稻品种试验汇总报告[M].北京:中国农业科学技术出版社,2012.
- [13] 杨仕华,曾波.中国水稻新品种试验:2013 年南方稻区国家水稻品种试验汇总报告[M].北京:中国农业科学技术出版社,2013.
- [14] 杨仕华,曾波.中国水稻新品种试验:2014 年南方稻区国家水稻品种试验汇总报告[M].北京:中国农业科学技术出版社,2014.
- [15] 杨仕华,曾波.中国水稻新品种试验:2015 年南方稻区国家水稻品种试验汇总报告[M].北京:中国农业科学技术出版社,2015.
- [16] 张群远,孔繁玲,廖琴.作物品种区域试验的评价体系及评价方法[J].农业系统科学与综合研究,2000,16(2):81-86.
- [17] 陈双龙.福建省水稻品种区试点综合评价研究[J].福建农业学报,2005,20(1):1-5.