

中国与南亚水稻恢复系资源产量性状的配合力分析

游书梅¹, 曹应江¹, 郑家奎^{1,2}, 蒋开锋^{1,2}, 张涛^{1,2}, 杨莉^{1,2}, 杨乾华¹, 万先齐¹,
郭小蛟¹, 秦俭¹, 罗婧¹, 李昭祥¹, 高磊¹

(¹四川省农科院水稻高粱研究所/农业部西南水稻生物学与遗传育种重点实验室,
四川德阳 618000;²国家水稻改良中心泸州分中心, 四川泸州 646100)

摘要:分析中国与南亚水稻恢复系资源产量及其构成要素的一般配合力差异,为引进与利用南亚资源提供参考。利用来自中国和印度等国的 37 份恢复系材料,按照 NC II 设计,分别与冈 46A、泸 98A 和德香 074 杂交,获得 111 份杂交种作为试验材料,在四川泸州和德阳两个环境下,分析 8 个产量性状的配合力。结果表明:(1)8 个性状在两个环境下,一般配合力和特殊配合力方差达到显著或极显著水平,一般配合力方差均大于特殊配合力方差,表明这些性状基因的加性效应占主导地位。(2)8 个性状杂种一代性状受恢复系的影响大于不育系。(3)印度和孟加拉材料有效穗一般配合力好于中国资源,其他性状一般配合力中国资源优于南亚来源材料。中国与南亚恢复系资源产量性状配合力有一定的差异,印度和孟加拉资源有效穗配合力较好,中国恢复系资源其他性状较好。

关键词:水稻;恢复系;产量;南亚;配合力

Analysis on Combining Ability of Yield Traits Between China and South Asia in Rice Restorer Lines

YOU Shu-mei¹, CAO Ying-jiang¹, ZHENG Jia-kui^{1,2}, JIANG Kai-feng^{1,2}, ZHANG Tao^{1,2},
YANG Li^{1,2}, YANG Qian-hua¹, WAN Xian-qi¹,
GUO Xiao-jiao¹, QIN Jian¹, LUO Jing¹, LI Zhao-xiang¹, GAO Lei¹

(¹ Institute of Rice and Sorghum, Sichuan Academy of Agricultural Sciences/Key Laboratory of Southwest Rice Biology and Genetic Breeding, Ministry of Agriculture, Deyang Sichuan 618000; ² Luzhou Branch of National Rice Improvement Center, Luzhou Sichuan 646100)

Abstract: For providing a reference on introduction and use of South Asia rice restorer lines resources, the combining ability analysis of yield trait was studied in rice restorer lines between China and South Asia by a NC II mating design. 37 restorer lines from China and South Asia were used as male parents, and 3 CMS lines, Gang46A, Lu98A, De-xiang074A were used as female parents, 111 hybrids were gained. The hybrids was planted in Lu-zhou city and De-yang city of Sichuan province in China respectively, and 8 yield traits was investigated and analyzed. The results shows: (1) Both general combining ability (GCA) and specific combining ability (SCA) were significant at 5% or 1% levels on 8 yield traits, and the additive effects were more important than non-additive effects. (2) The yield traits were greatly influenced by restorer lines than by female sterile lines. (3) There are difference between China and south Asia restorer lines on yield trait GCA, and India and Bengal restorer lines has a better GCA on tiller number than Chinese resource, Chinese rice restorer lines is better than South Asia resource on other yield traits GCA.

收稿日期:2015-09-18 修回日期:2015-10-26 网络出版日期:2016-08-12

URL: <http://www.cnki.net/kcms/detail/11.4996.S.20160812.1316.022.html>

基金项目:国家高新技术发展计划(2011AA10A101);农业部公益性行业专项(201100);四川省“十二五”攻关计划项目(YZGG2011-1);四川省财政创新能力提升工程(2013QNJJ-021)

第一作者主要从事水稻遗传育种工作, E-mail: yousm7322007@126.com; 曹应江为共同第一作者

通信作者: 郑家奎, 主要从事水稻遗传育种工作。 E-mail: zheng6102@126.com

Key words: rice; restorer lines; yield; south Asia; combining ability

水稻是全球近 30 亿人赖以生存的粮食作物^[1-2]。自中国于 20 世纪 70 年代成功培育出三系杂交稻以来,通过杂交稻技术的推广与应用,提高了水稻的单位面积产量和总产量,有效的解决了我国乃至世界的粮食安全问题^[3]。但近年来,杂交水稻单位面积产量长期徘徊,未能取得较大的突破性进展,众多的研究者认为,其主要原因是品种间遗传基础相近、多样性狭窄^[4-10]。从育种的角度而言,种质资源的引进、分析、研究与利用,是丰富我国稻种资源的遗传组成,提高整体育种水平的关键。南亚地区(印度、越南、泰国、菲律宾等)与我国有较大的生态差异,并且稻种资源丰富。本研究利用来自中国的 12 份资源和来自南亚等国的 25 份资源,研究其配合力表现,分析南亚与我国骨干恢复系各性状的配合力差异,从而为利用南亚材料改良我国稻种资源、扩大我国资源的遗传多样性、提高杂种优势潜力提供重要的理论支持及参考。

1 材料与方法

1.1 材料

供试材料来自 7 个国家,共 37 份,按照 NC II 设计,每份材料分别与冈 46A、泸 98A、德香 07A 杂交,获得 111 份杂交种作为试验材料。37 份材料中,来

自中国和印度的材料最多,分别为 12 份和 17 份,分别占总数的 32.43% 和 35.14%,来自菲律宾、孟加拉、越南、泰国、巴基斯坦等 5 国的材料一共 12 份,具体的材料名称及来源详见表 1。

1.2 试验设计

田间试验分别在四川省农科院水稻高粱研究所德阳基地和泸县基地 2 个地点进行。在德阳基地,3 月 25 日播种,5 月 2 日移栽;在泸县基地,3 月 10 日播种,4 月 18 日移栽。试验采用随机区组设计,3 次重复,行株距为 26.6 cm × 16.7 cm,每份材料栽 3 行,每行 10 株。田间肥水管理等同于当地大田生产,及时防治病虫害。

1.3 性状考查

成熟后及时选取小区内中间生长整齐的 3 株取样考种。考查的性状有:每公顷有效穗、千粒重、每穗实粒数、每穗颖花数、结实率、每公顷稻谷产量、每公顷生物量、收获指数等 8 个性状。

1.4 数据分析

配合力分析参照文献[11]、[12]中的方法,根据固定模型(模型 I)估算供试材料的配合力效应,按随机模型(模型 II)估算各方差分量及有关遗传参数。试验数据收集经 Excel 2007 整理后,利用 DPS7.05 进行计算。

表 1 供试恢复系材料的来源、名称及数量

Table 1 Origin, name and number of the restorers

来源 Origin	名称 Name	数量 Number	比率(%) Ratio
中国 China	明恢 63, 成恢 727, 泸恢 H103, 明恢 86, 先恢 207, 岳恢 9113, 圭 630, 绵恢 725, 泸恢 17, 蜀恢 527, 广恢 128, 浙恢 7954	12	32.43
印度 India	Kat-3-5, Samba Mashari, Suweon-287, VIR53, VIR-54, VIR54-2, PR3138, ARR772, ARR778-6, ARR778-2-7, Swama Mtu 7035, S6035, S6314	13	35.14
菲律宾 Philippines	IR24, NPT-1-1-5, NPT-1-1-7	3	8.11
孟加拉 Bengal	BR28, BR284-2, PADDY-KS282, PADDX KS-282	4	10.81
越南 Vietnam	Bac Thein80, Q5, Quang Te2	3	8.11
泰国 Thailand	TH2	1	2.7
巴基斯坦 Pakistan	PAKISTANI BASMATI	1	2.7

2 结果与分析

2.1 产量性状的基本情况及方差分析

表 2 列出了供试材料产量性状的基本情况。可以看出,在德阳,有效穗、千粒重、稻谷产量、生物产量等 4

个性状的平均值分别为 244.13 万穗/hm², 27.79 g, 8.08 t/hm², 17.63 t/hm², 这 4 个性状在德阳基地的表现优于泸州,其他性状泸州基地优于德阳基地。

从 111 个组合在 2 个环境下的方差分析(表 3)可以看出,重复间 *F* 值均未达到显著水平,表明试

验条件一致性较好。在 2 个环境下,8 个性状在组合间、恢复系间、不育系间、不育系 × 恢复系间均达到显著或极显著差异水平,说明各组合间基因效应

确实存在着遗传差异;亲本一般配合力方差均大于特殊配合力方差,表明这些性状受到基因加性效应的影响。

表 2 2 个环境下 111 个组合产量性状的基本情况

Table 2 The yield traits condition of 111 combinations in two environments

项目	有效穗	每穗实粒数	每穗颖花数	千粒重	结实率	收获指数	稻谷产量	生物量
Project	T	FSP	SPP	TGW	SSR	HI	GY	B
德阳 Deyang								
最大值 Max.	315.00	184.29	206.80	35.07	94.27	0.57	11.52	22.50
最小值 Min.	185.00	55.90	110.41	21.17	39.43	0.23	4.22	13.30
平均值 Mean	244.13	121.23	154.49	27.79	78.52	0.46	8.08	17.63
泸州 Luzhou								
最大值 Max.	232.50	263.43	304.41	33.65	93.47	0.60	11.37	21.36
最小值 Min.	108.00	56.82	113.26	21.83	29.06	0.17	2.16	6.17
平均值 Mean	161.09	169.44	213.87	27.00	79.00	0.50	7.25	14.40

T:Tillers,TGW:1000-grain weight, FSP: Filled spikelet per panicle, SPP: Spikelet per panicle, SSR: Seed setting rate, HI: Harvest index, GY: Grain yield, B: Biomass. The same as below

表 3 111 个组合 2 个环境下产量性状的方差分析

Table 3 Variance analysis of yield traits of 111 rice combinations in two environments

来源	自由度	有效穗	每穗实粒数	每穗颖花数	千粒重	结实率	收获指数	稻谷产量	生物量
Source	df	T	FSP	SPP	TGW	SSR	HI	GY	B
德阳 Deyang									
区组 Block	2.00	395.82	88.88	509.12	7.35	0.06	0.02	1.06	9.08
遗传型 Genotype	110.00	3059.98 **	1877.01 **	1234.33 **	22.24 **	0.46 **	0.23 **	5.50 **	10.05 **
恢复系 R-line	36.00	5461.58 **	3634.35 **	2123.34 **	44.08 **	0.96 **	0.47 **	10.79 **	17.43 **
不育系 A-line	2.00	15202.87 **	12395.97 **	14339.22 **	289.21 **	1.31 **	0.89 **	9.82 *	21.14 *
不育系 × 恢复系 A × R	72.00	1521.88 *	706.14 **	425.80 **	3.90 **	0.18 **	0.09 **	2.74 **	6.05 *
误差 Error	220.00	1221.93	333.30	264.51	1.03	0.07	0.03 **	1.84	4.62
泸州 Luzhou									
区组 Block	2.00	101.49	505.94	5237.32	8.08	0.42	0.01	2.70	8.46
遗传型 Genotype	110.00	1029.96 **	4173.94 **	2395.50 **	20.28 **	0.57 **	0.58 **	6.88 **	12.60 **
恢复系 R-line	36.00	1740.10 **	10169.01 **	4764.23 **	35.49 **	1.45 **	1.19 **	15.37 **	22.29 **
不育系 A-line	2.00	6620.53 **	11246.52 **	20634.56 *	439.86 **	0.76 **	2.18 **	31.95 **	27.85 **
不育系 × 恢复系 A × R	72.00	519.60 **	979.95 **	704.49 *	1.02P **	0.12 **	0.23 **	1.93P **	7.33 *
误差 Error	220.00	494.53	458.74	712.22	0.30	0.06	0.12	1.24	5.11

* 和 ** 表示显著和极显著差异水平

* and ** significantly different at 0.05 and 0.01 probability level

2.2 杂种一代产量性状各遗传效应的影响

根据随机模型估算了各性状的一般配合力基因型方差和特殊配合力基因型方差,及其在总方差中的比重($V_g\%$, $V_gS\%$)和一般配合力方差中父母本各占的分量($V_gR\%$, $V_gA\%$),结果列于表 4。由表 4 可见,在 2 个环境下,8 个性状一般配合力基因型方差占总方差的比率在 71.24% ~ 100% 之间,表明这些性状受到亲本基因加性效应的影响。

分析不育系、恢复系及其互作对杂种各性状方差的贡献率,结果见表 4。在分析的 8 个性状中,恢复系一般配合力方差的贡献均在 47.73% ~ 84.26% 之间,除泸州环境下千粒重一般配合力贡献为 47.73% 以外,其他各性状在 2 个环境下的贡献

率均 > 50%,这表明,在本试验中,恢复系对杂种 F_1 的贡献占主要地位。不育系一般配合力方差的贡献率在 3.26% ~ 49.28% 之间。

2.3 各性状遗传力的估算

根据配合力方差分析结果估算出 8 个性状在 2 个环境下的广义遗传力和狭义遗传力,结果见表 4。从表 4 可以看出,每穗实粒数、千粒重、结实率、收获指数 4 个性状在 2 个环境下狭义的遗传力均高于 50%,表明这些性状为高遗传力的性状。有效穗和生物产量在 2 个环境下狭义的遗传力均低于 30%,为低遗传力性状。德阳环境下狭义的遗传力大小排序为千粒重 > 收获指数 > 结实率 > 每穗实粒数 > 每穗颖花数 > 稻谷产量 > 有效穗 >

生物产量,泸州环境狭义的遗传力排序为千粒重 > 结实率 > 每穗实粒数 > 稻谷产量 > 收获指数 > 每穗颖花数 > 生物产量 > 有效穗。每穗实粒

数、结实率、收获指数、稻谷产量这 4 个性状狭义的遗传力与广义的遗传力相差较大,表明这些性状的非加性遗传的作用较为突出。

表 4 8 个产量性状在 2 个环境下的基因型方差及遗传力

Table 4 Genotype variance and heritability of 8 yield traits in two environments

性状 Trait	基因型方差 Genotype variance							遗传力 Heritability	
	恢复系 R-line	不育系 A-line	不育系 × 恢复系 A × R	Vg (%)	VgS (%)	VgR (%)	VgA (%)	广义遗传力 H ² B ²	狭义遗传力 H ² N ²
德阳 Deyang									
有效穗 T	437.74	123.25	99.98	84.87	15.13	66.23	18.65	35.10	29.79
每穗实粒数 FSPP	325.36	105.31	124.28	77.61	22.39	58.63	18.98	62.48	48.49
每穗颖花数 SPP	188.62	125.35	53.77	85.38	14.62	51.29	34.09	58.16	49.66
千粒重 TGW	4.46	2.57	0.96	88.04	11.96	55.87	32.17	88.54	77.95
结实率 SSR	0.09	0.01	0.04	73.02	26.98	65.38	7.62	64.23	46.91
收获指数 HI	0.04	0.01	0.02	71.24	28.76	60.76	10.47	66.40	47.30
稻谷产量 GY	0.90	0.06	0.30	76.31	23.69	71.23	5.08	40.54	30.94
生物量 B	1.26	0.14	0.48	74.61	25.39	67.36	7.25	28.89	21.55
泸州 Luzhou									
有效穗 T	135.61	54.96	8.36	95.80	4.20	68.17	27.63	28.69	27.48
每穗实粒数 FSPP	1021.01	92.49	173.74	86.50	13.50	79.31	7.19	73.73	63.78
每穗颖花数 SPP	451.08	179.55	0	100.00	0.00	71.53	28.47	46.96	46.96
千粒重 TGW	3.83	3.95	0.24	97.01	2.99	47.73	49.28	96.38	93.50
结实率 SSR	0.15	0.01	0.02	87.54	12.46	84.26	3.26	74.95	65.61
收获指数 HI	0.11	0.02	0.04	77.63	22.37	66.62	11.01	56.87	44.15
稻谷产量 GY	1.49	0.27	0.23	88.38	11.62	74.83	13.55	61.70	54.53
生物量 B	1.66	0.18	0.74	71.35	28.65	64.21	7.14	33.63	24.00

Vg(%), VgS(%) 分别表示一般配合力方差和特殊配合方差占总方差的比率; VgR(%), VgA(%) 分别表示恢复系和不育系基因型方差占一般配合力基因型方差的比率

2.4 不同来源材料各性状一般配合力效应分析

统计分析在德阳和泸州环境下,各性状一般配合力在前 15 位的材料名称及比率。除每 hm²有效穗一般配合力外,其他各性状中国资源一般配合力效应排在前 15 位的比率均 ≥ 40%,这表明中国资源在这些性状上有较好表现。表 5 只列举了在德阳和泸州 2 个环境下,每 hm²有效穗一般配合力效应前 15 位的材料名称及来源比率。在德阳

和泸州 2 个环境下,有效穗一般配合力排名前 15 位的材料中,中国资源占 26.67%,印度资源占 46.67%,其他来源材料占 26.67%。有 9 份材料在 2 个环境中都排在前 15 位,他们是来自印度的 Samba Mashari、VIR54-2、ARR778-2-7、Suweon-287、VIR-54、S6035 和来自孟加拉的 BR284-2、BR28、PADDX KS-282。

表 5 在德阳和泸州环境下有效穗一般配合力前 15 位恢复系材料的名称及比率

Table 5 Number and ratio of tillers GCA on ahead 15 in De-yang and Lu-zhou

环境 Environment	名称 Name	中国资源 比率(%) Chinese resource ratio	印度资源 比率(%) India resource ratio	其他来源 资源比率(%) Other resource ratio
德阳 Deyang	BR284-2, Samba Mashari, 岳恢 9113 (Yuhui9113), VIR54-2, ARR778-2-7, 圭 630 (Gui630), BR28, Suweon-287, VIR-54, 先恢 207 (Xianhui207), ARR772, PADDX KS-282, S6035, Bac Thein80, 泸恢 17 (Luhui17)	26.67	46.67	26.67
泸州 Luzhou	Suweon-287, PADDX KS-282, BR284-2, TH2, VIR54-2, Samba Mashari, Kat-3-5, 广恢 128 (Guanghui128), VIR-54, BR28, 圭 630 (Gui630), 泸恢 H103 (LuhuiH103), ARR778-2-7, 明恢 86 (Minghui86), S6035	26.67	46.67	26.67

3 讨论

稻种资源的引进、利用和改良,是杂交稻育种永恒的主题。我国大面积推广的三系杂交籼稻,其恢复系和不育系(保持系)基本上分属两大杂种优势群,即恢复系来源于南亚、东南亚中籼生态型,不育系来源于中国华南、长江流域早籼生态型。长久以来,三系亲本没有新的杂种优势群为依托,而群内的遗传多样性相对贫乏^[13],是制约三系杂交稻产量多年徘徊不前的重要原因之一。因此引进和研究新的资源,对杂交水稻育种具有重要意义。

前人对稻种资源的研究大多集中在以下几个方面:(1)利用农艺性状或分子标记的聚类分析^[14-18]。(2)在胁迫或特定环境下鉴定材料的抗、耐性表现(抗虫、抗病、耐瘠等)^[19-20]。配合力是评价育种材料利用价值的重要指标,一般配合力(GCA)是基因的加性效应决定的,是可以遗传的部分,是材料选择的关键依据;特殊配合力(SCA)是基因的非加性效应决定的,即受基因间的显性、超显性和上位性效应所控制,不能稳定遗传,是组合选择的关键依据。本研究利用这一理论方法,研究中国与南亚恢复系资源配合力差异,这将为利用或改良南亚资源提供更多参考。

本研究表明中国资源与南亚资源的产量性状配合力有差异。印度和孟加拉资源有效穗配合力明显好于中国资源,在德阳和泸州 2 个环境下,有效穗一般配合力排在前 15 位的资源中,印度资源均占 46.67%。有 9 份材料有效穗一般配合力在 2 个环境下都排在前 15 位中,他们是来自印度的 Samba Mashari、VIR54-2、ARR778-2-7、Suweon-287、VIR-54、S6035 和来自孟加拉的 BR284-2、BR28、PADDX KS-282,可以利用这些材料改良我国恢复系资源有效穗的一般配合力。其他大多数性状,中国资源一般配合力排前 15 位的比率 $\geq 40\%$,优于其他来源的资源,这也在一定程度上说明中国的杂交稻研究

处于国际较为先进的水平。

参考文献

- [1] Yu J, Hu S N, Wang J, et al. A draft sequence of the rice genome (*Oryza sativa* L. ssp. *Indica*) [J]. Science, 2002, 296: 79-92
- [2] Negrao S, Oliveira M M, Jena K K, et al. Integration of genomic tools to assist breeding in the japonica subspecies of rice [J]. Mol Breed, 2008, 22: 159-168
- [3] 邓华凤, 朱英国, 肖承和, 等. 强优势杂交水稻的研究进展 [J]. 杂交水稻, 2010, 25(4): 1-4
- [4] Pervaiz Z H, Rabbani M A. Genetic diversity associated with agronomic traits using microsatellite markers in Pakistani rice landraces [J]. Electron J Biotechnol, 2010, 13: 1-12
- [5] Qi Y W, Zhang D L, Zhong H L, et al. Genetic diversity of rice cultivars (*Oryza sativa* L.) in China and the temporal trends in recent fifty years [J]. Chin Sci Bull, 2006, 51: 681-688
- [6] 王胜军, 陆作楣. 中国杂交籼稻遗传多样性演变及其分析 [J]. 江苏农业学报, 2006, 22(3): 192-198
- [7] 李云海, 钱前, 曾大力, 等. 我国主要杂交水稻亲本的 RAPD 鉴定及遗传关系研究 [J]. 作物学报, 2000, 26(2): 171-176
- [8] 何光华, 裴炎, 杨光伟, 等. 我国中籼杂交稻亲本的 DNA 变异研究 [J]. 作物学报, 2000, 26(4): 449-454
- [9] 肖小余, 王玉平, 张建勇, 等. 四川省主要杂交稻亲本的 SSR 多态性分析和指纹图谱的构建与应用 [J]. 中国水稻科学, 2006, 20(1): 1-7
- [10] 彭锁堂, 王海岗, 魏兴华, 等. 我国三系杂交稻主要不育系的微卫星标记多样性和遗传结构分析 [J]. 中国水稻科学, 2008, 22(4): 365-366
- [11] 刘来福, 毛盛贤, 黄远樟. 作物数量遗传学 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1984: 250-259
- [12] 莫惠栋. $p \times q$ 交配模式的配合力分析 [J]. 江苏农学院学报, 1982(3): 51-57
- [13] 陆作楣, 徐保钦. 论杂种优势群理论对杂交稻育种的指导意义 [J]. 中国水稻科学, 2010, 24(1): 1-4
- [14] 王一平, 魏兴华, 华蕾, 等. 不同地理来源早稻种质资源的遗传多样性分析 [J]. 作物学报, 2007, 33(12): 2034-2040
- [15] 吕建珍, 张晓丽, 王海岗, 等. 东南亚与南亚稻属 AA 基因组种间的遗传多样性差异 [J]. 中国水稻, 2008, 22(3): 249-254
- [16] 曾宪平, 李勤修, 吕建群, 等. 四川及南亚水稻恢复系的 SSR 分析及类群比较 [J]. 西南农业学报, 2010, 23(4): 996-1002
- [17] 曾宪平, 李勤修, 吕建群, 等. 四川及南亚水稻恢复系的聚类分析及类群比较 [J]. 西南农业学报, 2009(5): 1219-1224
- [18] 李云峰, 钟秉强, 杨正林, 等. 中国稻与美国稻的 SSR 标记多态性分析 [J]. 分子植物育种, 2004(6): 801-806
- [19] Li D T, Nong B X, Xia X Z, et al. Evaluation of rice germplasm from southeast Asia [J]. Agri Sci Technol, 2012, 13(10): 2101-2103
- [20] 李丹婷, 农保选, 夏秀忠, 等. 东南亚稻种资源收集与鉴定评价 [J]. 植物遗传资源学报, 2012, 13(4): 622-625

欢迎订阅 2017 年《湖南农业科学》

《湖南农业科学》是由湖南省农业科学院、湖南省科技厅星火促进会和湖南农业大学联合主办的国内外公开发行的综合性农业技术类期刊,湖南省一级期刊,曾获全国优秀农业科技期刊技术类一等奖。本刊内容兼顾了不同层次读者的需要,适于农业科研、教学、推广、管理人员和农民朋友阅读。主要刊登遗传育种、作物栽培、土壤肥料、植保、园艺、畜牧、生物技术、农产品加工等能体现湖南农业科研特色的应用技术研究方面的论文、领先水平的科研成果以及有新意的文献综述等。

月刊,每期定价 12.00 元,全年 144.00 元。全国各地邮局均可订阅,邮发代号 42-20,也可直接汇款至本杂志社邮购。

地址:长沙市芙蓉区远大二路 892 号湖南省农业科学院实验大楼《湖南农业科学》杂志社

邮编:410125

电话:0731-84691322;84693060

E-mail:hnnykx@vip.163.com

网址:www.hnnykx.com