

文章编号: 1003-8701(2001)04-0003-06

# 水稻籼粳交 F<sub>1</sub>、F<sub>2</sub> 代及杂交育成品种分类的研究

姜 健<sup>1</sup>, 李金泉<sup>2</sup>, 徐正进<sup>3</sup>, 张龙步<sup>3</sup>, 金成海<sup>1</sup>

(1. 吉林省农业科学院水稻研究所, 吉林 公主岭 136100; 2. 华南农业大学农学系植物分子育种研究中心, 广东 广州 510642; 3. 沈阳农业大学稻作研究室, 辽宁 沈阳 110161)

**摘 要:** 利用程氏形态指数分类法对水稻籼粳交 F<sub>1</sub>、F<sub>2</sub> 代及籼粳杂交育成品种进行分类。研究表明: 程氏形态指数分类法能较好地对籼粳亚种及其杂交后代进行分类; 籼粳交 F<sub>1</sub> 代大多数分类性状均偏向于籼稻特性, 类型上划分为偏籼型; F<sub>2</sub> 代呈正态分布, 4 种类型均有, 以中间类型为最多, F<sub>2</sub> 代类型丰富; 在参试杂交育成品种中, 尽管各个品种(系)都或多或少地带有籼稻和粳稻的血缘, 但就程氏指数 6 个亚种特性而言, 除穗节长外, 其它 5 个性状仍然基本保持典型粳稻特性, 在分类地位上仍然属于粳稻。

**关键词:** 水稻; 籼粳交; 程氏指数分类法; 品种分类

**中图分类号:** S551.023

**文献标识码:** A

水稻籼粳杂交常规育种和籼粳亚种间杂种优势利用已成为当今水稻超高产育种研究的重要手段和方法。籼粳杂交为亚远缘杂交, 杂交后代易产生巨大变异和超亲优势, 蕴藏着巨大的遗传潜力。随着人们对籼粳杂种优势利用研究的逐步深入和籼粳杂交育成品种的逐步增多, 对籼粳亚种及其杂交后代进行系统分类, 分析籼粳杂交后代亚种特性变化规律, 明确籼粳亚种及其杂交后代分类在水稻分类与进化中的地位, 对于指导籼粳杂交组合亲本的选配和籼粳杂交常规育种后代的选择均具有重要参考意义。

## 1 试验材料与方法

试验于 1998 年和 1999 年在沈阳农业大学稻作研究室实验基地进行。1998 年冬于海南省三亚市吉林省农业科学院水稻研究所南繁育种基地进行加代、去杂。

### 1.1 试验一

1998 年选择 2 个典型籼稻 (IR36、七山占)、2 个典型粳稻 (铁粳 4 号、丰锦)、2 个中间型

**收稿日期:** 2000-10-23

**基金项目:** 国家自然科学基金课题“籼粳杂交育成品种亚种特性及在超高产育种的应用基础研究”一部分内容 (39770454)

**作者简介:** 姜 健 (1970-), 男, 吉林省农科院水稻所副研究员, 博士, 主要从事水稻生物技术育种和遗传育种研究。

\* 本文为第一作者博士研究论文的一部分。承蒙导师张龙步、徐正进和陈温福教授的指导与修改, 在此一并感谢。

(CPSL017、9022)和 1 个广亲和品种(沈农 89366)为亲本。按照 Griffing 分析方法,采用 1 个典型籼稻七山占、1 个典型粳稻铁粳 4 号、1 个中间型品种 9022 和 1 个广亲和品种沈农 89366 为亲本,按完全双列杂交设计,配制 12 个杂交组合。按不完全双列杂交设计,以沈农 89366、七山占、9022 和铁粳 4 号为母本,以丰锦、IR36 和 CPSL017 品种为父本,配制 12 个组合,共计 24 个组合。1998 年冬海南加代,并去杂株。1999 年在沈阳农业大学稻作室进行田间试验,把各组合亲本、 $F_1$ 、 $F_2$  全部种植。随机区组设计,3 次重复,单本插(30 cm×16.6 cm),4 月 18 日播种,5 月 21 日插秧,亲本及  $F_1$  各 45 穴, $F_2$  种植 780 穴。水和肥料按生产田常规管理。从抽穗时开始调查,亲本、 $F_1$  每重复挂 5 株,取样 15 株; $F_2$  每个组合按抽穗期先后顺序,取样 150 株左右。秋天收获后室内考种。

## 1.2 试验二

选用 95 个籼粳稻杂交育成品种(表略)、3 个典型籼稻(IR72、七山占和奇妙香)、2 个典型粳稻(铁粳 4 和奥羽 316)和 2 个爪哇稻(9022 和 CPSL017)进行籼粳亚种及籼粳杂交育成品种分类,并进行常规考种。每个品种(系)取 5 株进行测定,求平均值。

分类方法采用程氏指数分类法,田间目测考察有叶毛、抽穗期壳色、茎第 1~2 穗节长度;实验室进行苯酚染色反应和稃毛、子粒长宽比测定,各性状按 0~4 级评分,计算总分,其中子粒长宽比实测 3 粒统计平均数。分类级别与评分方法见表 1。

表 1 程氏形态指数分类法鉴别标准

项 目	等 级 评 分				
	0	1	2	3	4
稃毛	短、齐、硬、直、匀	硬、稍齐、稍长	中或较长,不太齐略软,或仅有疣状突起	长、稍软、欠齐或不齐	稍软、长、乱、软
酚反应	黑	灰黑或褐黑	灰	边及棱微染	不染
1~2 穗节长(cm)	<2	2.1~2.5	2.6~3.0	3.1~3.5	>3.5
抽穗时壳色	绿白	白绿	黄绿	浅绿	绿
叶毛	甚多	多	中	少	无
长宽比	>3.5	3.5~3.1	3.0~2.6	2.5~2.1	<2

\* 各项目的分数加起来后,0~8 分为籼(H),9~13 分为偏籼(H'),14~17 分为偏粳(K'),18~24 分为粳(K)。

## 2 结果与分析

### 2.1 籼粳交亲本及 $F_1$ 分类

应用程氏指数 6 项指标对 7 个籼粳杂交亲本进行判别分类的结果见表 2。其中典型粳稻有 3 个品种,分别为沈农 89366、铁粳 4 号和丰锦,程氏指数为 20~23 分;典型籼稻有 2 个品种,分别为七山占和 IR36,程氏指数为 2~5 分;中间型品种有 2 个,9022 与 CPSL017 均为偏粳型品种,程氏指数为 14~15 分。在 6 个分类性状中,以酚反应、子粒长宽比、稃毛 3 个性状较易判别。抽穗期壳色较难进行准确判别。进一步分析发现,典型籼稻和典型粳稻亲本各项分类指标与总分趋向相一致,均能较好地地区分籼粳,这说明程氏指数分类法具有其科学合理性。在 2 个中间型亲本上,某些性状属粳型(如酚反应和穗壳色),某些性状属籼型(如子粒长宽比),另外一些性状属于中间类型,按总分可准确地划分中间类型的籼粳属性(偏粳和偏籼),说明程氏指数分类法能够解决中间类型的分类难题。这些中间类型大多为广亲和系(如 CPSL017),这一结果对于在爪哇稻或籼粳杂交后代中筛选广亲和系及其理论研究具有一定参考价值。

表 2 参试亲本分类性状表现

品种	壳色	叶毛	稃毛	1~2 穗节长	子粒长宽比	酚反应	总分	类型
89366	4.0	4.0	3.7	4.0	3.0	4.0	22.7	粳
铁粳 4	3.6	3.2	3.8	3.2	2.6	4.0	20.4	粳
丰锦	4.0	3.1	3.2	3.8	3.4	4.0	21.5	粳
七山占	0.4	1.0	0	0	1.4	1.8	4.6	籼
IR36	1.5	0.7	0	0.3	0	0.2	2.7	籼
9022	2.0	2.8	2.4	1.6	2.4	3.0	14.2	偏粳
CPSL017	3.0	3.6	1.5	1.5	2.2	3.0	14.8	偏粳

注:各性状评分为小区平均值(下表同)。

应用程氏指数分类法将不同杂交组合的 F<sub>1</sub> 分为不同的类型。由表 3 可以看出,粳×粳正反交 F<sub>1</sub> 均为粳型,籼×籼交 F<sub>1</sub> 为籼型。典型粳粳交组合,无论是正交还是反交,F<sub>1</sub> 代均为偏籼型。4 个粳爪正反交组合 F<sub>1</sub> 为粳型或偏粳型,以典型粳稻为母本,爪哇稻为父本的 2 个组合 F<sub>1</sub> 均为粳型,2 个反交组合 F<sub>1</sub> 则均为偏粳型。籼×爪正反交 F<sub>1</sub> 均为籼型。爪×爪交 F<sub>1</sub> 仍为偏粳型。上述结果表明,形态指数 6 个性状的遗传主要是由核基因控制的,但有些性状的表现正反交趋势一样,而评分级别上有差别,说明某些性状还可能受到细胞质基因的影响。F<sub>1</sub> 分类结果对于育种的指导意义在于:典型粳粳杂交 F<sub>1</sub> 代籼稻特征明显,在南方籼稻适应区可广泛利用粳粳交杂种优势,而在北方粳稻生产区,则由于典型粳粳交 F<sub>1</sub> 籼稻特征明显,不适于北方生长条件,因此,难以广泛利用粳粳交杂种优势。北方粳稻区最好利用粳×爪哇稻杂交来获取 F<sub>1</sub> 代杂种优势。

表 3 F<sub>1</sub> 代分类性状表现

杂交组合	杂交类型	穗壳色	稃毛	叶毛	穗节长	子粒长宽比	酚反应	总分	类型
89366×铁粳 4	粳/粳	3.9	3.6	3.6	3.5	2.8	4.0	21.4	粳
铁粳 4×89366	粳/粳	4.0	4.0	3.9	2.0	2.8	4.0	20.7	粳
七山占×IR36	籼/籼	1.2	0	0.2	0.2	1.2	0.8	3.6	籼
89366×七山占	粳/籼	2.2	1.3	2.2	0.6	2.6	2.4	11.3	偏籼
七山占×89366	籼/粳	2.3	2.0	3.0	0.6	2.4	2.2	12.5	偏籼
铁粳 4×七山占	粳/籼	3.3	4.5	0	0.7	0.7	2.6	10.2	偏籼
七山占×铁粳 4	籼/粳	3.4	2.2	0.2	0.9	1.8	2.5	11.0	偏籼
89366×9022	粳/爪	3.5	3.1	3.1	1.6	3.0	4.0	18.2	粳
9022×89366	爪/粳	3.4	3.4	3.4	0.6	3.0	3.9	17.7	偏粳
铁粳 4×9022	粳/爪	3.7	3.6	1.2	3.2	2.9	4.0	18.6	粳
9022×铁粳 4	爪/粳	3.4	3.1	1.1	2.0	3.0	4.0	16.6	偏粳
七山占×9022	籼/爪	3.4	0	0.5	0	2.0	1.5	7.4	籼
9022×七山占	爪/籼	2.2	1.0	0.2	0	1.0	2.5	6.9	籼
9022×CPSL017	爪/爪	4.0	3.6	0.2	3.6	2.0	4.0	16.4	偏粳

## 2.2 粳粳交 F<sub>2</sub> 代分类及正反交效应

应用程氏指数分类法对 F<sub>2</sub> 代进行分类判别。表 4 列出各组合 F<sub>2</sub> 代四种类型分离比例,典型粳粳交(包括正交和反交)F<sub>2</sub> 代程氏指数呈正态分布,偏籼株数和偏粳株数相当,占大部分;籼型和粳型株数亦相当,占小部分,说明典型粳粳交 F<sub>2</sub> 代 4 种类型呈正态分布,程氏指数是由核微效多基因控制的数量性状。粳爪交 F<sub>2</sub> 代绝大部分为粳型和偏粳型,且两者所占比例大致相等,偏籼型极少或无,无籼型;籼爪交则与粳爪交恰好相反,F<sub>2</sub> 代绝大部分

为偏粳型和粳型,极少数为粳型,无粳型。说明作为中间类型的爪哇稻与其它类型品种杂交, $F_2$ 代程氏指数分布偏向于另一亲本。粳粳交 $F_2$ 代绝大部分为粳型,少数为偏粳型;粳粳交 $F_2$ 代绝大部分为粳型,少数为偏粳型。说明典型粳粳交、粳粳交的 $F_2$ 代绝大多数与亲本性相一致,个别分类性状会产生差异。

分析不同类型组合间 $F_2$ 代的正反交效应,典型粳粳交组合七山占 $\times$ 89366及其反交组合89366 $\times$ 七山占 $F_2$ 代绝大部分为偏粳和偏粳类型,但仔细分析发现,这两个组合也有区别,正交组合的程氏指数分布比较分散,而反交组合则分布较集中,范围较窄。另一个典型粳粳交组合七山占 $\times$ 铁粳4(正交)和铁粳4 $\times$ 七山占(反交)均表现为连续变异,大部分为中间类型,但正交组合中粳型和偏粳型个数较多(占78.8%),偏粳和粳型则较少(占21.2%),呈偏态分布;反交组合粳型和粳型、偏粳和偏粳型所占比例大致相同,呈典型的正态分布。粳爪交组合 $F_2$ 代的程氏指数分布正反交基本上没有区别,杂交后代绝大部分表现为偏粳型和粳型,粳型和偏粳型正反交比例大致相当。粳爪交正反交 $F_2$ 代的程氏指数无显著差异,杂交后代绝大部分表现为粳型(33.6%和49.9%)、偏粳型(63.9%和52.7%),只有极少数表现为偏粳型(2.5%和6.4%),偏粳型个数明显多于偏粳型个数,呈明显的偏态分布。

表4 不同类型间杂交组合 $F_2$ 代4种类型分离比例

杂交组合	粳 型		偏粳型		偏粳型		粳 型	
	株数	%	株数	%	株数	%	株数	%
铁粳4 $\times$ 七山占	13	9.1	71	49.7	48	33.6	11	7.7
七山占 $\times$ 铁粳4	28	19.9	83	58.9	19	13.5	11	7.6
89366 $\times$ 七山占	7	5.6	51	40.5	63	50.0	5	4.0
七山占 $\times$ 89366	14	12.3	37	32.5	40	35.1	23	20.2
89366 $\times$ 铁粳4	0	0	0	0	13	9.7	121	90.3
89366 $\times$ 9022	0	0	1	0.8	65	48.7	69	50.4
9022 $\times$ 89366	0	0	0	0	38	27.5	100	72.5
铁粳4 $\times$ 9022	0	0	3	2.2	65	46.8	71	51.5
9022 $\times$ 铁粳4	0	0	5	3.0	87	52.1	75	44.9
七山占 $\times$ 9022	40	33.6	76	63.9	3	2.5	0	0
9022 $\times$ 七山占	52	40.9	67	52.7	8	6.4	0	0
七山占 $\times$ IR36	136	94.4	8	5.6	0	0	0	0

### 2.3 粳粳稻杂交育成品种分类

应用程氏指数分类法对粳粳稻及爪哇稻进行分类。由表5可以看出,程氏指数分类法能够较好地地区分粳粳稻。一般而言,粳稻抽穗期壳色较浅,通常呈现白绿或绿白,叶毛较多,

表5 典型粳稻、粳粳稻及爪哇稻的分类性状表现

品种	壳色	叶毛	稃毛	1~2 穗节长	子粒长宽比	酚反应	总分	类型
IR72	0	0.4	0	0	0.4	0	0.8	粳
七山占	0.4	1.0	0	0	1.4	1.8	4.6	粳
奇妙香	1.2	1.6	0	0	0.4	1.0	4.2	粳
铁粳4	3.6	3.2	3.8	3.2	2.6	4.0	20.4	粳
奥羽316	4.0	4.0	3.2	2.6	2.8	4.0	20.6	粳
9022	2.0	2.8	2.4	1.6	2.4	3.0	14.2	偏粳
CPSL017	3.0	3.6	1.5	1.5	2.2	3.0	14.8	偏粳

子粒长宽比较大,颖尖稃毛短、齐、硬、直、匀,酚反应染色较深,通常呈黑或灰黑,1~2 穗节长较短。而粳稻则表现相反,抽穗期壳色较深,通常呈现绿或浅绿,叶毛较少或无,子粒长宽比较小,颖尖稃毛长、乱、软,酚反应染色较浅或基本上不杂色,1~2 穗节长较长。爪哇稻的 6 个性状表现则介于两者之间。本试验所用 2 个中间型材料的 6 个分类性状多偏于粳稻,为偏粳型品种。

对试验所用的 95 个粳稻杂交育成品种(系)进行分类判别。结果表明:除 SN121 为偏粳外,其它 94 个品种(系)均为粳型。由此可以说明,所选用的粳稻杂交育成品种(品系)仍然保持典型粳稻特性,这可能与后代选择有关,或与杂交组配中多以粳稻品种进行多次复交有关。

对 95 个粳稻杂交育成品种 6 个分类性状各个级别的次数分布进行分析表明(表 6),穗壳色、叶毛、稃毛、子粒长宽比、酚反应 5 个性状均偏向于粳稻或偏粳特性,在 3~4 分所占比例大,尤其以酚反应性状最为明显;其次为穗壳色、叶毛、稃毛、子粒长宽比。叶毛性状在各个评分级别均有分布,以 4 分比例最大;稃毛和子粒长宽比两性状在 2~4 分 3 个评分级别上均有分布,以 3~4 分所占比例最大;穗节长性状呈现正态分布,1~3 分所占比例最大,偏粳和偏粳级别的次数相当,极少数为粳型或粳型,说明穗节长性状能够较好地综合双亲性状,而其它 5 个性状则仍然保持典型粳稻特性。

表 6 粳稻杂交育成品种的 6 个性状分布

评分级别	穗壳色	叶毛	稃毛	穗节长	子粒长宽比	酚反应
0	0	1	0	2	0	0
1	0	2	0	18	0	0
2	0	2	3	39	2	0
3	4	2	40	35	89	0
4	91	88	52	1	4	95

### 3 小 结

形态指数法能较好地地区分粳稻,对中间类型亦能确定其粳稻属性(偏粳或偏粳),具有科学合理性。

粳稻杂交 F<sub>1</sub> 代大多数分类性状偏向于粳稻,类型划分为粳型,粳爪交 F<sub>1</sub> 代偏向于粳型,说明粳稻杂交种优势在我国南方粳稻区可广泛利用,而在北方粳稻区,则由于粳稻交 F<sub>1</sub> 代粳稻特征明显,不适于北方生长条件,因此不能广泛利用粳稻杂交种优势,北方粳稻区最好利用粳爪交来获得粳稻特性。此结论有待于进一步验证与探讨。

F<sub>2</sub> 代分类结果表明,粳稻交 F<sub>2</sub> 代呈正态分布,4 种类型均有,以中间类型为最多,说明粳稻交 F<sub>2</sub> 代类型丰富,粳稻血缘充分融合。爪哇稻与粳型或粳型杂交,F<sub>2</sub> 代程氏指数分布均偏向于粳型或粳型。粳稻杂交后代类型丰富,粳稻特性相互融合,因此粳稻杂交种必然成为新资源创造和水稻高产常规育种的重要手段和方法。

对 95 个粳稻杂交育成品种的分类研究发现,尽管各个品种(系)都或多或少地带有粳稻和粳稻的血缘,但就程氏指数 6 个亚种特性而言,除穗节长外,其它 5 个性状仍然基本保持典型粳稻特性,在分类地位上仍然属于粳稻。

## 参考文献:

- [1] 杨守仁· 籼粳稻杂交育种的进展及前景[J]. 中国农业科学, 1986, (5): 15—18.
- [2] 袁隆平· 杂交水稻的育种战略构想[J]. 杂交水稻, 1987, (1): 1—3.
- [3] 王象坤、程侃声, 等· 亚洲栽培稻起源、演化中两个重要稻种类型的研究[J]. 遗传学报, 1987, 14(4): 262—270.
- [4] 姜 健、李金泉, 等· 亚洲栽培稻分类研究进展[J]. 吉林农业科学, 1999, 24(4): 16—21.
- [5] 姜 健· 水稻超高产育种理论与方法研究进展[J]. 吉林农业科学, 1999, 24(6): 19—23.

## Studies on Classification of $F_1$ 、 $F_2$ and Varieties Breed Through Hybridization between Indica and Japonica Rice

JIANG Jian<sup>1</sup>, LI Jin-quan<sup>2</sup>, XU Zhen-jin<sup>3</sup>, ZHANG Long-bu<sup>3</sup>, JIN Cheng-hai

- (1. Rice Research Institute of Jilin Academy of Agricultural Sciences, Gongzhuling 136100, China ;  
2. Plant Molecular Breeding Center of Huanan Agricultural University, Guangzhou 510642, China ;  
3. Rice Institute of Shenyang Agricultural University, Shenyang 110161, China)

**Abstract :** In this study, the  $F_1$ 、 $F_2$  and their parents of crossing combination between different type rice varieties and varieties breed through hybridization between indica and japonica were classified using Cheng's morphology index method, the results were: Indica, japonica, intermediate rice and varieties breed through hybridization between indica and japonica could be well classified by Cheng's morphology index method; The classic research to  $F_1$  of crossing combinations between different types indicated that  $F_1$  from indica-japonica reciprocal cross combinations were indicaclinous; The classic research to the segregation generation— $F_2$  of different cross combination indicated that Cheng's index distribution in  $F_2$  of different hybrid combination showed a consistent variation. The segregation of Indica-japonica combinations were normal distributions, with most of the hybrids were intermediate types; The classic results of varieties breed through hybridization between indica and japonica indicated that these varieties were still japonica with a few japonicaclinous from view of classic position. For these six characters, GC、LP、GP、L/W PhR of these varieties were still japonica characters, except that LOR was normal distributed and well recombined with two parents characters. [heading time (GC), glume pubescence (GP), leaf pubescence (LP), length of the 1st & the 2nd rachis (LOR), length/width ratio of spikelets (L/W), phenol reaction (PhR)], the varieties breed belonged to japonica.

**Key words:** Hybridization between indica and japonica rice; Cheng's morphology index; Variety classification