

## 籼粳稻杂交育成品种的亚种特征性状及其与经济性状的关系

徐正进<sup>1</sup> 李金泉<sup>1\*</sup> 姜 健<sup>2</sup> 荆彦辉<sup>3</sup> 张文忠<sup>1</sup> 陈温福<sup>1</sup> 张龙步<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>沈阳农业大学农业部作物生理生态与遗传育种重点开放实验室,辽宁沈阳 110161; <sup>2</sup>吉林省农业科学院水稻研究所,吉林公主岭 136100; <sup>3</sup>内蒙古民族大学农学院,内蒙古通辽 028042)

**摘 要** 采用程氏指数法研究的结果表明:95 个籼粳杂交育成水稻品种均划入粳型或偏粳型;6 项亚种特征性状中穗壳色、酚反应、稃毛、叶毛及籽粒长宽比全部或大多表现典型粳型特性,少量为中间型或偏向籼型,穗节长表现中间类型最多,极少数为籼型和粳型;籼粳杂交 F<sub>1</sub> 和育成品种的程氏指数和亚种特征性状与经济性状关系不密切,而 F<sub>2</sub> 的相关性明显增大;大小维管束比和大维管束比是籼粳亚种分类的参考指标。\*

**关键词** 水稻;籼粳稻杂交;籼粳亚种分类  
中图分类号: S511 文献标识码: A

## Subspecies Characteristics and Their Relationships with Economic Characters in Rice

XU Zheng-Jin<sup>1</sup> LI Jin-Qian<sup>1</sup> JIANG Jian<sup>2</sup> JING Yan-Hui<sup>3</sup> ZHANG Wen-Zhong<sup>1</sup> CHEN Wen-Fu<sup>1</sup> ZHANG Long-Bu<sup>1</sup>

(<sup>1</sup> Shenyang Agricultural University, Shenyang, Liaoning 110161; <sup>2</sup> Jilin Academy of Agricultural Sciences, Jilin Gongzhuling, Jilin 136100; <sup>3</sup> Inner Mongolia National University, Tongliao, Inner Mongolia 028042, China)

**Abstract** The Cheng's Index Classification Method was used to study rice characteristics. The results showed as follows: 95 rice varieties developed from *Indica* × *Japonica* could be classified into the *Japonica* type or preferential *Japonica* type. Among the 6 characteristics of subspecies, the color of spike, phenol reaction, pubescence of chaff, pubescence of leaf, and the ratio of grain length to grain width, all or most of them performed typically as those of *Japonica*, a few as middle type or *Indica*. In the length of panicle node, most of the varieties performed as middle type, few as *Indica* and *Japonica*. There was no close relation on Cheng's Index, characteristics of subspecies and economical traits in the F<sub>1</sub> of *Indica* × *Japonica* and varieties from the combination, but the relationships became closer in the F<sub>2</sub> generation. The vascular bundles ratio of large to small and the percentage of large vascular bundles were regarded as the parameters for subspecies classification of rice.

**Key words** Rice; Cross between *Indica* and *Japonica*; Subspecies classification of *Indica* and *Japonica*

籼稻和粳稻是亚洲栽培稻的两个亚种,在生物学特性上存在明显差别,以综合亚种优点为目的的籼粳稻杂交育种成为北方粳稻的重要育种方法之一<sup>[1]</sup>。从系谱分析,近年来北方粳稻区生产上推广的品种绝大多数都是通过籼粳稻杂交而成的<sup>[2]</sup>,这些品种是否综合了籼粳亚种特性,在水稻分类上的地位及其利用价值,迄今了解甚少,是水稻育种理论

与实践中亟待研究的问题<sup>[3,4]</sup>。籼粳分类方法有多种,其中程氏指数法得到同工酶、分子标记等的印证,成为同行普遍接受的有效分类方法<sup>[4]</sup>,穗颈大小维管束比以及第二节间与穗颈大维管束比是重要的籼粳亚种特性之一<sup>[3]</sup>。近年来,我们采用程氏指数法研究了籼粳稻杂交后代和育成品种的亚种特征性状、分类及其与经济性状的关系,并进一步探讨了穗

\*基金项目:国家自然科学基金项目(39770454)、国家“863”计划(2001AA241014)和“948”计划资助。

作者简介:徐正进(1958-),男,辽宁营口人,教授,博士生导师,博士,研究方向:水稻遗传与生理。\*现为华南农业大学博士生。

Received(收稿日期):2001-04-09,Accepted(接受日期):2002-10-18.

颈大小维管束比以及第二节间与穗颈大维管束比在粳籼分类上的利用价值。

## 1 材料与方法

试验在沈阳农业大学实验水田进行,试材为辽粳 5 号等 95 个粳稻品种(品系)。从系谱分析,这些品种都是粳籼稻杂交育成的,与粳稻有一定亲缘关系。采用营养土软盘旱育苗,播量 40 g/盘,4 月上旬播种,5 月中旬插秧,5 m 行长 7 行区,密度 30 cm × 15 cm,每穴插 1 苗,肥水管理等栽培措施均同生产田。

按程侃声等<sup>[5]</sup>的标准和方法,抽穗期每小区取长势中等的 5 株挂牌,测定穗壳色、叶毛,成熟期测定稃毛、穗节长、籽粒长度比、酚反应(本文将其统称为亚种特征性状),计算程氏指数。程氏指数 0~8 粳,9~13 为偏粳型、14~17 为偏籼型、18~24 为籼型。收获后室内考种,测定株高、穗长等形态性状以及穗数、每穗粒数等产量性状,分析与亚种特征性状的关系。

另以籼型铁粳 4 号和沈农 89366、粳型七山占、爪哇型 9022 的双列杂交 F<sub>1</sub> 和铁粳 4 号 × 七山占、七山占 × 沈农 98366 等的 F<sub>2</sub> 为试材,用同样方法栽培,测定 6 项亚种特征性状及有关经济性状,分析亚种特征性状与经济性状的关系。齐穗期取主茎,用徒手切片法测定穗颈和第二节间大、小维管束数,计算穗颈大、小维管束数之比(大小维管束比)和第二节间与穗颈大维管束数之比(大维管束比)。每个组合 F<sub>1</sub> 测定 10 株, F<sub>2</sub> 测定 120 株以上。

## 2 结果与分析

### 2.1 粳籼稻杂交育成品种的亚种特性

从图 1 可以看出,在所测定的 95 个品种(品系)中,除 1 个程氏指数为 16,划入偏籼型外,其余 94 个均属籼型。表明以程氏指数为标准,粳籼稻杂交并没有改变北方粳稻区育成品种的粳籼属性。

进一步分析程氏指数 6 项亚种特征性状的次数分布(表 1),供试品种穗壳色和酚反应均表现典型籼型特性;稃毛和籽粒长宽比绝大多数为籼型,少量为中间型,叶毛也是这种趋势,但个别表现出粳型特性;只有穗节长表现中间类型最多,极少数为粳型和籼型。6 项亚种特征性状的表现决定了北方粳稻区粳籼稻杂交育成品种程氏指数变化不大,仍然基本保持典型籼型的固有特性。

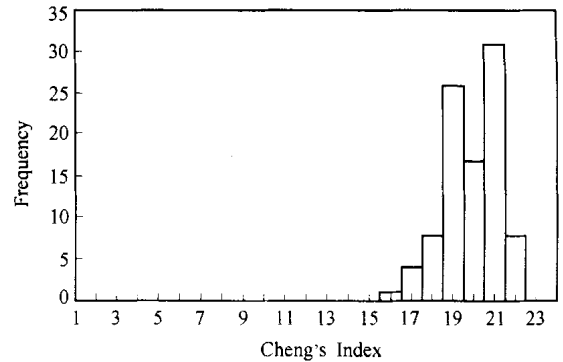


图 1 粳籼杂交育成品种程氏指数次数分布

Fig. 1 Frequency distribution of Cheng's Index in the varieties from *Indica* × *Japonica*

表 1 粳籼杂交育成品种亚种特征性状次数分布

Table 1 Frequency distribution of subspecies characteristics in the varieties from *Indica* × *Japonica*

评分级别 Class	穗壳色 Color of spike	叶毛 Leaf pubescence	稃毛 Chaff pubescence	穗节长 Panicle node length	籽粒长宽比 Grain length/width	酚反应 Phenol reaction
0	0	1	0	2	0	0
1	0	2	0	18	0	0
2	0	2	3	39	2	0
3	4	2	41	35	89	0
4	91	88	52	1	4	95

### 2.2 亚种特性与经济性状的关系

表 2 表明,粳籼稻杂交育成品种亚种特征性状与抽穗期和株高有一定相关性,但是与产量性状的相关大多没有达到显著水平。程氏指数除与株高呈极显著正相关外,与其他经济性状的相关均未达到显著水平。F<sub>1</sub> 与粳籼稻杂交育成品种相似,也是个别亚种特征性状与经济性状的相关达到显著或极显著水平,程氏指数与千粒重呈极显著的正相关,与其他经济性状均无明显的相关关系(表 3)。

相比之下,粳籼交 F<sub>2</sub> 亚种特征性状和经济性状的关系与粳籼稻杂交育成品种及 F<sub>1</sub> 明显不同(表 4)。表 4 表明, F<sub>2</sub> 亚种特征性状与多项经济性状的相关达到显著或极显著水平,其中与抽穗期和千粒重的关系最密切。因此,程氏指数与抽穗期呈极显著的负相关,与株高、穗数和千粒重呈显著或极显著的正相关。表明有程氏指数越大,即越偏籼型抽穗期越早、株高越高、穗数越多、千粒重越大的趋势。

表2 籼粳杂交育成品种亚种特性与经济性状的关系

Table 2 Relationships between subspecies characteristics and economical traits in the varieties from Indica × Japonica

性状 Characteristics	抽穗期 Heading stage	株高 Plant height	穗数 Panicle number	每穗粒数 Grain number per panicle	结实率 Grain setting rate	千粒重 1000-grain weight
穗壳色 Color of spike	- 0.112	0.091	0.249 *	0.172	0.372 **	- 0.167
叶毛 Leaf pubescence	- 0.024	- 0.177	0.178	0.035	- 0.119	- 0.250 *
稃毛 Chaff pubescence	0.298 **	- 0.078	0.023	0.115	- 0.099	- 0.282 **
穗节长 Panicle node length	- 0.454 **	0.596 **	- 0.007	0.096	0.030	0.185
籽粒长宽比 Grain length/width	0.238	0.038	0.009	0.110	0.104	- 0.077
程氏指数 Cheng 's index	- 0.165	0.308 **	0.154	0.197	- 0.017	- 0.197

注: \*和 \*\*分别表示 5%和 1%显著水平。Note: \* and \*\* are significant level at 5% and 1%, respectively.

表3 F<sub>1</sub> 代亚种特性与经济性状的关系Table 3 Relationships between subspecies characteristics and economical traits in the F<sub>1</sub> generation

性状 Characteristics	抽穗期 Heading stage	株高 Plant height	穗数 Panicle number	每穗粒数 Grain number per panicle	结实率 Grain setting rate	千粒重 1000-grain weight
穗壳色 Color of spike	- 0.755 **	0.322	- 0.422	- 0.339	- 0.189	0.433
叶毛 Leaf pubescence	0.273	- 0.043	0.126	0.137	- 0.176	0.416
稃毛 Chaff pubescence	- 0.170	- 0.033	- 0.474	- 0.043	- 0.663 *	0.893 **
穗节长 Panicle node length	- 0.709 **	0.219	- 0.275	0.011	- 0.050	0.570
籽粒长宽比 Grain length/width	0.087	- 0.205	- 0.304	- 0.244	- 0.380	0.544
酚反应 Phenol reaction	- 0.354	0.116	- 0.171	0.136	- 0.083	0.714 **
程氏指数 Cheng 's index	- 0.315	0.140	- 0.283	0.009	- 0.377	0.888 **

注: \*和 \*\*分别表示 5%和 1%显著水平。Note: \* and \*\* are significant level at 5% and 1%, respectively.

表4 F<sub>2</sub> 代亚种特性与经济性状的关系Table 4 Relationships between subspecies characteristics and economical traits in the F<sub>2</sub> generation

性状 Characteristics	抽穗期 Heading stage	株高 Plant height	穗数 Panicle number	每穗粒数 Grain number per panicle	结实率 Grain setting rate	千粒重 1000-grain weight
穗壳色 Color of spike	- 0.200 *	- 0.050	0.071	0.004	0.011	0.138
叶毛 Leaf pubescence	- 0.608 **	0.045	0.334 **	0.169	0.098	0.322 **
稃毛 Chaff pubescence	- 0.300 **	- 0.080	0.041	- 0.180 *	- 0.120	0.107
穗节长 Panicle node length	- 0.324 **	0.008	- 0.005	0.030	- 0.128	0.261 **
籽粒长宽比 Grain length/width	0.107	0.324 **	0.157	0.008	- 0.020	0.432 **
酚反应 Phenol reaction	- 0.606 **	0.141	0.367 **	0.042	0.057	0.229 **
程氏指数 Cheng 's index	- 0.260 **	0.300 **	0.313 **	0.197 *	0.118	0.290 **
穗节长 Panicle node length	- 0.647 **	0.229 **	0.267 **	0.204 *	0.117	0.229 **
籽粒长宽比 Grain length/width	0.100	0.115	0.114	- 0.080	- 0.080	0.454 **
酚反应 Phenol reaction	- 0.307 **	0.162	0.050	0.156	- 0.009	0.383 **
程氏指数 Cheng 's index	- 0.050	0.081	0.131	0.035	0.037	0.049
穗节长 Panicle node length	- 0.324 **	0.174	0.201 *	- 0.082	0.044	0.132
程氏指数 Cheng 's index	- 0.210 *	0.229 **	0.263 **	- 0.010	- 0.020	0.475 **
程氏指数 Cheng 's index	- 0.719 **	0.200 *	0.313 **	0.128	0.044	0.378 **

注: 上行铁粳 4 号 × 七山占, 下行七山占 × 沈农 89366, \*和 \*\*分别表示 5%和 1%显著水平。

Note: upper column is for Tiejing 4 × Qishanzhan, low column is for Qishanzhan × SN 89366; \* and \*\* are significant level at 5% and 1% respectively.

## 2.3 大小维管束比和大维管束比的株内茎间差异

从表5可以看出,大小维管束比和大维管束比品种内茎间有一定差异,但是总的趋势是大小维管束比粳型、籼型分别接近1.0和0.5,大维管束比粳型、籼型分别接近1.5和2.5,不但品种平均值类型间差异明显,而且不同类型品种变异范围也没有交

叉重叠。大小维管束比粳型品种最小值0.75大于籼型品种最大值0.71,大维管束比粳型品种最大值1.87小于籼型品种最小值2.13。

## 2.4 大小维管束比和大维管束比的类型间差异

比较分析 $F_2$ 不同类型大小维管束比和大维管束比(表6),无论是各组平均值还是总平均值,都表

表5 大小维管束比和大维管束比的株内茎间差异

Table 5 Difference of ratio of large and small vascular bundles and ratio of large vascular bundles between stems in a rice plant

类型 Type	品种 Variety	大小维管束比 RLSVB				大维管束比 RLVB			
		变异范围 Range	平均数 Average	标准差 SD	变异系数 CV	变异范围 Range	平均数 Average	标准差 SD	变异系数 CV
籼型 <i>Japonica</i>	沈农 89366 SN89366	0.54 ~ 0.70	0.64	0.02	12.02	2.13 ~ 2.75	2.47	0.20	8.21
	沈农 4号 SN4	0.43 ~ 0.67	0.58	0.10	16.74	2.42 ~ 3.33	2.59	0.10	16.74
	北陆 161 Beilu 161	0.38 ~ 0.71	0.53	0.08	14.40	2.31 ~ 3.33	2.69	0.29	10.22
	平均 Average	0.43 ~ 0.71	0.58	0.07	14.39	2.13 ~ 3.33	2.58	0.19	11.72
粳型 <i>Indica</i>	七山占 Qishanzhan	0.75 ~ 1.13	0.93	0.13	14.16	1.67 ~ 1.87	1.81	0.19	10.61
	关东糯 Guandongnuo	0.76 ~ 1.23	0.97	0.18	17.92	1.21 ~ 1.67	1.41	0.15	10.77
	北陆 142号 Beilu 142	0.94 ~ 1.06	1.00	0.05	4.65	1.41 ~ 1.82	1.59	0.11	7.16
	平均 Average	0.75 ~ 1.23	0.97	0.12	12.24	1.21 ~ 1.87	1.60	0.15	9.51

注:大小维管束比:穗颈大、小维管束数之比,大维管束比:第二节间与穗颈大维管束数之比。

Note:RLSVB:ratio of large and small vascular bundles in panicle neck. RLVB:ratio of large vascular bundles between the second top stem and panicle neck.

表6 大小维管束比和大维管束比的类型间差异

Table 6 Difference of ratio of large and small vascular bundles and ratio of large vascular bundles between rice types

组合与亲本 Combination	类型 Type	株数 Plant No.	大小维管束比 RLSVB				大维管束比 RLVB			
			变异范围 Range	平均数 Average	标准差 SD	变异系数 CV	变异范围 Range	平均数 Average	标准差 SD	变异系数 CV
七山占 × 沈农 89366 Qishanzhan × SN 89366	粳 <i>Indica</i>	14	0.84 ~ 1.08	0.92	0.07	8.1	1.68 ~ 1.82	1.72	0.14	7.8
	偏粳 <i>Pre-indica</i>	36	0.69 ~ 1.04	0.91	0.09	10.2	1.56 ~ 2.24	1.98	0.29	15.3
	偏籼 <i>Pre-japonica</i>	37	0.59 ~ 0.94	0.81	0.21	25.6	1.71 ~ 2.67	1.99	0.27	13.6
	籼 <i>Japonica</i>	22	0.34 ~ 0.82	0.60	0.13	21.6	1.69 ~ 3.00	2.38	0.45	19.1
七山占 × 铁粳 4号 Qishanzhan × Tiejing 4	粳 <i>Indica</i>	6	0.81 ~ 1.20	0.98	0.13	13.3	1.43 ~ 1.89	1.71	0.19	11.1
	偏粳 <i>Pre-indica</i>	74	0.61 ~ 1.05	0.91	0.12	13.2	1.50 ~ 2.27	1.90	0.20	10.4
	偏籼 <i>Pre-japonica</i>	38	0.50 ~ 1.12	0.88	0.15	17.8	1.62 ~ 2.64	1.99	0.24	12.2
	籼 <i>Japonica</i>	16	0.47 ~ 0.89	0.66	0.17	25.7	1.60 ~ 2.50	2.12	0.28	13.4
铁粳 4号 × 七山占 Tiejing 4 × Qishanzhan	粳 <i>Indica</i>	11	0.68 ~ 1.00	0.89	0.11	12.5	1.23 ~ 2.02	1.72	0.18	10.4
	偏粳 <i>Pre-indica</i>	65	0.59 ~ 1.21	0.87	0.12	13.7	1.45 ~ 2.30	1.87	0.24	13.6
	偏籼 <i>Pre-japonica</i>	38	0.50 ~ 1.01	0.86	0.17	19.8	1.55 ~ 2.70	1.95	0.27	14.7
	籼 <i>Japonica</i>	9	0.48 ~ 0.90	0.71	0.14	20.2	1.73 ~ 2.80	2.21	0.32	14.0
铁粳 4号 × 9022 Tiejing 4 × 9022	偏粳 <i>Pre-indica</i>	2	0.78 ~ 0.91	0.87	0.08	9.2	1.72 ~ 1.74	1.73	0.01	0.8
	偏籼 <i>Pre-japonica</i>	58	0.68 ~ 0.97	0.79	0.13	16.6	1.53 ~ 2.31	1.86	0.21	11.3
	籼 <i>Japonica</i>	64	0.52 ~ 0.88	0.71	0.09	13.8	1.68 ~ 2.70	2.12	0.29	17.8
9022 × 沈农 89366 9022 × SN 89366	偏籼 <i>Pre-japonica</i>	34	0.54 ~ 0.96	0.78	0.11	14.2	1.61 ~ 2.31	1.89	0.21	12.6
	籼 <i>Japonica</i>	91	0.49 ~ 0.94	0.72	0.11	14.3	1.82 ~ 2.36	1.98	0.24	14.9
总和 Total	粳 <i>Indica</i>	31	0.68 ~ 1.20	0.92	0.14	15.2	1.23 ~ 2.02	1.75	0.27	15.4
	偏粳 <i>Pre-indica</i>	177	0.59 ~ 1.05	0.89	0.09	10.1	1.43 ~ 2.42	1.88	0.22	11.7
	偏籼 <i>Pre-japonica</i>	205	0.51 ~ 1.01	0.78	0.21	25.6	1.51 ~ 2.70	1.92	0.31	16.1
	籼 <i>Japonica</i>	202	0.34 ~ 0.90	0.74	0.17	22.9	1.60 ~ 3.00	2.29	0.46	22.0

现同样的变化趋势,即大小维管束比是籼型 > 偏籼型 > 偏粳型 > 粳型,大维管束比是籼型 < 偏粳型 < 偏籼型 < 粳型。进一步分析表 6 可以看到,与前述品种间差异不同,各组合  $F_2$  不同类型间变异范围均较大,不但偏籼型与籼型和偏粳型之间以及偏粳型与粳型之间有较大交叉,而且籼型与粳型之间也有一定交叉。

### 3 讨论

前已述及,籼粳稻杂交育种已经成为北方粳稻育种的重要途径之一,通过籼粳稻杂交育成的品种越来越多<sup>[2]</sup>。作者等对穗颈维管束<sup>[3]</sup>和叶片气孔<sup>[6]</sup>的研究初步表明,籼粳稻杂交育成品种并没有像预期那样综合亚种优点,而是保持典型籼粳稻的基本特性。本研究采用同行公认的程氏指数法研究大量籼粳稻杂交育成品种的结果进一步证明,就所涉及的形态、生化及解剖性状而言,上述结果具有普遍性。据此我们认为,籼粳稻杂交虽然是综合亚种优点的基础,但是籼粳稻杂交不一定能综合亚种优点。只有在迄今对生育期、株高、结实性等性状的遗传进行较多研究的基础上,进一步深入研究重要生理、生化及解剖性状的遗传规律及其分子生物学机理,据此采取分子标记辅助选择等行之有效的选择技术,才能真正打破籼粳界限,实现亚种优势互补。通过籼粳稻杂交育成的辽粳 5 号、鄂晚 5 号等是否具有籼稻血缘,我们正在用分子标记等方法进一步研究。

本研究还发现,尽管籼粳交  $F_2$  亚种特征性状和程氏指数与经济性状有密切关系,但籼粳杂种  $F_1$  和育成品种亚种特征性状、程氏指数与经济性状的相关关系大多没有达到显著水平。由此推论,程氏指数法采用的亚种特征性状与经济性状是相互独立的,籼粳亚种的经济性状可以实现取长补短,育成综合籼粳优点,适合不同生态条件的新品种。在没有有意识直接选择的条件下,籼粳稻杂交育成品种基本保持亚种特征性状,可能是因为亚种特征性状与生态适应相联系,或者与亚种间遗传上某种程度的生殖隔离有关,有待深入研究。

籼粳亚种大小维管束比和大维管束比存在明显

差异<sup>[3]</sup>,本研究进一步表明,不但品种平均值类型间差异明显,而且不同类型品种变异范围也没有交叉重叠,可见大小维管束比和大维管束比是稳定的亚种特性,可以作为简便、快速籼粳亚种分类的参考指标。 $F_2$  根据程氏指数划分的不同类型的大小维管束比和大维管束比平均值有一定变化规律,但是类型间交叉重叠。据此可以认为,程氏指数法采用的亚种特征性状与大小维管束比和大维管束比也是相互独立的,大小维管束比和大维管束比可以作为籼粳亚种分类的参考指标,其相互关系有待进一步研究。此外,既然程氏指数法采用的亚种特征性状之间相关性也不大<sup>[7]</sup>,那么随着籼粳稻杂交遗传育种研究的发展,势必会打破籼粳稻亚种特征性状的关系,影响据此分类的可靠性,今后有必要加强蛋白质、DNA 层次特别是分子水平分类研究。

### References

- [1] Yang S-R(杨守仁), Shen X-Y(沈锡英), Gu W-L(顾慰连), Cao D-J(曹淡君). Studies on rice cross-breeding between *indica* and *japonica* ( ). *Acta Agronomica Sinica* (作物学报), 1962, 1(2): 97—102
- [2] Lin S-C(林世成), Min S-K(闵绍楷). Chinese Rice Varieties and Their Pedigree (中国水稻品种及其系谱). Shanghai: Shanghai Sci & Tech Press, 1991. 106—138
- [3] Xu Z-J(徐正进), Chen W-F(陈温福), Zhang L-B(张龙步), Peng Y-C(彭应财), Zhang J-G(张俊国). Differences and inheritance of neck vascular bundles between different rice types. *Acta Agronomica Sinica* (作物学报), 1996, 22(2): 167—172
- [4] Wang X-K(王象坤), Li R-H(李任华), Sun C-Q(孙传清). Identification and taxonomy of sub-species of Asia cultivated rice and the hybrids between sub-species. *Chinese Science Bulletin* (科学通报), 1997, 42(24): 2596—2603
- [5] Cheng K-S(程侃声), Wang X-K(王象坤), Zhou J-W(周季维), Lu Y-X(卢义宣), Luo J(罗军), Huang N-W(黄迺威), Liu G-R(刘光荣). Studies on indigenous rices in Yunnan and their utilization . A revised classification of Asian cultivated rice. *Acta Agronomica Sinica* (作物学报), 1984, 10(4): 271—279
- [6] Chen W-F(陈温福), Xu Z-J(徐正进), Zhang L-B(张龙步). Comparative study of stomata density and gas diffusion resistance in leaves of various types of rice. *Korean J Crop Sci*, 1995, 40(2): 125—132
- [7] Jiang J(姜健). Studies on the classification and heredity of crosses between *indica* and *japonica* rice and their application in breeding. Shen yang Agricultural University Doctoral Dissertation, 2000. 46—47