

引进籼稻品种的农艺性状和加工及外观品质分析

许光利^{1a,2}, 汪燕^{1a,2}, 梁成刚^{1a,2}, 江谷驰宏^{1a,2}, 丁春邦^{1b}, 李天^{1a,2*}

(1.四川农业大学 a.农学院, 四川 成都 611130; b.生命科学学院, 四川 雅安 625014; 2.农业部西南作物生理生态与耕作重点实验室, 四川 成都 611130)

摘要: 对从斯里兰卡引进的 65 个籼稻品种(90 系列 14 个、At 系列 20 个、Bg 系列 18 个、Bw 系列 2 个、IR 系列 3 个、SN 系列 5 个、其他系列 3 个)进行了农艺性状、加工及外观品质性状分析, 并对 29 个指标进行了主成分和聚类分析。结果表明: 农艺性状、加工及外观品质各性状均显著或极显著受品种影响, 各品种全生育期变幅为 137~189 d, 株高为 82.1~139.7 cm, 穗长为 20.6~32.6 cm, 有效穗数为 5.9~17.3, 千粒重为 11.6~29.5 g, 产量为 0.3~1.0 kg/m², 多数品种加工与外观品质达到优质标准; 多数品种属迟熟类型, 株高相对较高, 分蘖能力强, 穗偏中大, 结实率较高, 但千粒重和产量偏低; 主成分分析表明, 粒数因子对稻米影响最大(贡献率为 69.936%); 聚类分析将 65 个品种归为 3 类, 第 I 类具有较好的产量性状, 但外观品质较差; 第 II 类具有较好的加工品质, 但产量性状较差; 第 III 类具有良好的农艺性状和外观品质。

关键词: 引进籼稻品种; 农艺性状; 加工品质; 外观品质; 主成分分析; 聚类分析

中图分类号: S511.2⁺¹

文献标志码: A

文章编号: 1007-1032(2015)06-0575-07

Evaluation of agronomic characteristics, milling and apparent qualities of *Indica* rice cultivars introduced abroad

Xu Guangli^{1a,2}, Wang Yan^{1a,2}, Liang Chenggang^{1a,2}, Jianggu Chihong^{1a,2}, Ding Chunbang^{1b}, Li Tian^{1a,2*}

(1. Sichuan Agricultural University a. College of Agronomy, Chengdu 611130, China; b. College of Life Science, Ya'an, Sichuan 625014, China; 2. Key Laboratory of Crop Physiology, Ecology and Cultivation in Southwest, Ministry of Agriculture, Chengdu 611130, China)

Abstract: 65 rice cultivars introduced from Sri Lanka were used to evaluate the agronomic characteristics, milling and apparent qualities, and 29 main indexes were analyzed with the methods of principal component analysis and clustering analysis as well. The results showed that all the parameters were significantly affected by cultivars. The ranges of them were 137-189 d of entire growing period, 82.1-139.7 cm of plant height, 20.6-32.6 cm of ear length, 5.9-17.3 of effective panicles, 11.6-29.5 g of 1 000 grains, and 0.3-1.0 kg/m² of yield, respectively. Most of the cultivars exhibited good milling and apparent qualities. In general, the characteristics of most cultivars were late maturing, higher plant height, high tillering ability, big panicle, high setting percentage, and lower weight of 1 000 grains and yield. Analyzing with the method of principal component analysis, the grain number contributed to 69.936% of rice characteristics. Through the clustering analysis, all cultivars were divided into 3 types, type I has good yield traits, but the appearance quality is poor, and the quality and yield of type II is the opposite of type I, and type III has good agronomic traits and appearance quality.

Keywords: introduced *Indica* rice; agronomic characteristic; milling quality; apparent quality; principal analysis; clustering analysis

种质资源是决定生物遗传性状,并将遗传信息从亲代传递给子代的遗传物质的总称,它的多样性对育种工作有着广泛的意义^[1]。尽管中国稻种资源丰富,但仍然存在着优异品种少、种质资源保护措施不力、研究不深入等一系列问题^[2-3]。另外,中国稻作生产环境复杂,易受病虫害及气候逆境等生物或非生物胁迫^[4],因此,引进国外具有遗传多样性、抗性强的水稻品种,对于丰富中国稻种资源遗传组成、优势育种组合以及提高水稻单产面积具有重要的意义^[5]。据不完全统计,近 60 年来中国已保存的国外种质资源占稻种资源总量的 15%~18%,因直接或间接利用国外引入水稻种质而增产的稻谷超过 773 亿 kg,创造了巨大的经济和社会效益^[6-7]。为进一步挖掘和拓宽中国水稻品种的遗传基础,本研究中拟对自低纬度国家斯里兰卡引进的 65 个水稻品种进行农艺性状和品质测定,并通过主成分和聚类分析,筛选出性状优良的材料,以期为水稻育种和生产提供参考依据。

1 试验地概况

四川农业大学教学农场,土壤为紫色土,土壤有机质含量 20.18 g/kg,全氮含量 1.31 g/kg,速效氮含量 110.95 mg/kg,速效磷含量 26.52 mg/kg,速效钾含量 143.42 mg/kg,土壤 pH 6.60。

2 材料与方法

2.1 材料

供试材料是从斯里兰卡引进的 65 个籼稻品种:90 系列(93-98)共 14 个品种,At 系列共 20 个品种;Bg 系列共 18 个品种;Bw 系列 2 个品种;IR 系列 3 个品种;SN 系列 5 个品种;其他系列 3 个品种。

2.2 试验设计

试验于 2014 年进行。采用单因素随机区组设计,设 3 次重复。小区面积为 4 m² (2 m×2 m)。行穴距为 25 cm×18 cm。于 4 月播种,5 月移栽。大田采取统一管理措施,保证水稻生长过程的水肥

供应。

2.3 测定指标和方法

1) 农艺性状的调查、SPAD 值和产量的测定。于始穗期、抽穗期、齐穗期和成熟期调查分蘖动态;始穗期、齐穗期和成熟期测定剑叶的 SPAD 值;成熟期每个品种取 5 株考种,调查剑叶与倒二叶长度、宽度和面积、株高、一次枝梗数和二次枝梗数、有效穗、穗长、穗粒数、千粒重、空秕率和结实率;成熟后分区收获记产。田间和室内调查数据按照《水稻种质资源描述规范和数据标准》进行记录。

2) 加工品质的测定。按照《NY147—88 米质测定方法》测定糙米率、精米率、整精米率。称取干燥稻谷 130 g,先用 JLGJ-45 型电动砻谷机进行糙米率测定,然后使用 JNMJ-3 型检验碾米机进行精米率测定,最后使用 FQS-130 型碎米分离器进行整精米率测定。

3) 外观品质的测定。按照 NY147—88,随机取出完整无损的精米 10 粒,平放,按照头对头,尾对尾,不重叠,不留隙的方式,紧靠直尺排成一行,读出长度,按同一个方向肩靠肩(宽度方向)排列,用直尺测量,读出宽度。从优质稻谷精米试样中随机数取整精米 100 粒,计数有垩白的米粒,垩白粒率=垩白米粒数/100。

2.4 数据分析

采用 Excel 2007 进行数据整理,运用 SAS Enterprise Guide 4.3 和 JMP 9 软件进行方差分析及显著性检验、主成分和聚类分析。

3 结果与分析

3.1 供试品种的农艺性状与 SPAD 值分析

各品种农艺性状如图 1 和表 1 所示。品种间的各指标均存在显著或极显著差异,其中,播抽期(播种至抽穗天数)变幅为 88~152 d,主要分布在 100~140 d;全生育期变幅为 137~189 d,其中,生育期较短(<140 d)的品种只有 2 个,分别是 Bg357 和 Bg2426-2E,而生育期较长(≥180 d)的品种有 8 个,这其中有 5 个品种的全生育期在 185 d 以上。

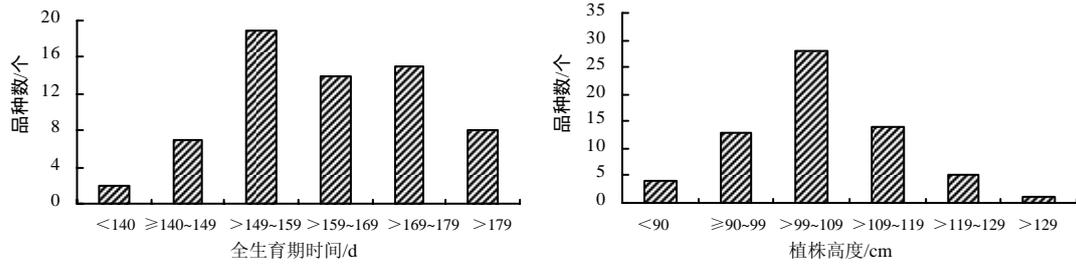


图 1 不同全生育期天数和株高的品种数

Fig.1 The distributions of entire period and plant height of different cultivars

表 1 不同品种的农艺性状的方差分析

Table 1 Agronomic traits of different cultivars

项目	播抽期/d	全生育期/d	剑叶 SPAD 值			剑叶			倒二叶			株高/cm	穗长/cm	一次枝梗数	二次枝梗数
			始穗期/d	齐穗期/d	成熟期/d	长/cm	宽/cm	面积/cm ²	长/cm	宽/cm	面积/cm ²				
平均值	121.8	163.0	47.6	45.3	36.3	37.1	1.9	54.2	52.2	1.6	63.3	105.4	26.0	12.9	43.2
最大值	152.0	189.0	54.6	51.7	47.0	61.9	2.4	100.0	68.3	2.2	112.6	139.7	32.6	17.6	75.8
最小值	88.0	137.0	40.7	37.6	30.7	24.2	1.4	31.4	37.2	1.2	37.2	82.1	20.6	9.4	17.2
标准差	14.8	13.4	2.9	3.0	3.2	7.2	0.2	13.4	5.8	0.2	12.4	10.8	2.3	2.1	12.0
变异系数	0.121	0.082	0.060	0.065	0.087	0.194	0.112	0.248	0.110	0.123	0.196	0.102	0.090	0.159	0.277
差异显著性	***	**	*	**	**	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***

表中*、**和***分别代表 0.05、0.01 和 0.001 水平上差异显著。

始穗期剑叶 SPAD 值(表 1)最大,其次为齐穗期的,成熟期的 SPAD 值最低,且各品种间存在显著或极显著差异;功能叶的长、宽与面积也直接影响着水稻整体的受光面积,叶片直立且长而宽,有利于提高冠层光合速率,增加物质生产量。倒二叶与剑叶相比,倒二叶长度长于剑叶,面积大于剑叶,而宽度略窄于剑叶。从变异系数来看,剑叶面积的变异系数最大,剑叶长度的变异系数最小。

株高变幅在 82.1~139.7 cm,平均为 105.4 cm,其中,4 个品种的株高在 90 cm 以下,分别为 At96-19-17-2、At-4-E-4、Bg379-2 和 Bg95-595;有 55 个品种的株高分布在 90~119 cm,占总数的 84.6%,而在 130 cm 以上的只有 1 个品种,为 Bg450。穗长变幅为 20.6~32.6 cm,主要分布在 23~29 cm,占总数的 80%,2 个品种(95-3350 和 SN270)的穗长 > 30 cm。此外,各品种的一次枝梗数和二次枝梗数的变幅分别为 9.4~17.6 和 17.2~75.8,品种间差异较大,其中一次枝梗数较多(>15)的有 11 个品种,二次枝梗数较多(>60)的仅有 4 个品种。

由表 2 可知,品种的单株分蘖数都呈单峰曲线变化,总的表现为分蘖数随着时间先增加,达到峰

值后再逐渐减少的趋势。在移栽 35 d 后有 27 个品种达到分蘖高峰期,移栽 43 d 后有 31 个品种达到分蘖高峰期,7 个品种在移栽 51 d 后达到分蘖高峰期,其中,Suwanda 的分蘖数最高,为 24.3 株,其次为 Bw328-1,而 At95-4-3 的分蘖数最低。

表 2 各品种移栽后单株分蘖数的方差分析

Table 2 Variance analysis for dynamic changes of the tiller number per plant after transplanting

项目	分蘖数					
	11 d	19 d	27 d	35 d	43 d	51 d
平均值	3.1	7.1	10.8	13.2	13.8	12.9
最大值	4.1	10.7	16.4	22.3	24.3	23.5
最小值	2.2	4.3	6.0	7.3	7.8	6.9
标准差	0.4	1.3	2.28	2.9	3.4	3.2
变异系数	0.132	0.187	0.211	0.223	0.244	0.247
差异显著性	***	***	***	***	***	***

“***”表示差异在 0.001 水平上显著。

3.2 产量性状分析

各品种的产量性状见表 3 和图 2。其中,有效穗数变幅在 5.9~17.3,有效穗数较低(7.0)的有 4 个品种,分别为 At95-15-19、At354-R、At95-4-3 和 95-3000;2 个品种有效穗数>16,分别为 96-1520 和 96-3297;总粒数变幅为 128.4~352.0,品种间差异较大;实粒数以 Bg450 最少,而 95-3000

的实粒数最多。

千粒重变幅在 11.6~29.5 g, 主要分布在 20.1~25.0 g, 其中千粒重最低的是 93-1154, 而 94-4918 和 At402 的千粒重较高, 均超过了 29.0 g。品种间空秕率和结实率差异也较大, 变幅分别为 7.0%~85.3% 和 14.7%~93.0%, 其中, 空秕率较低(<10%) 的品种有 H4、Bg2586-1、Bg1222 和 96-911, 而 Bg450 的空秕率最高, 达到 85.3%; Bg450 和 95-

1566 的结实率均低于 50%, 结实率分布在 70%~90% 的品种有 43 个, 结实率 90% 的品种有 4 个, 分别为 96-911、Bg1222、Bg2586-1 和 H4。

各品种产量变幅为 0.3~1.0 kg/m², 产量最高的品种是 95-3350, 达到 1.0 kg/m², 多数品种的产量分布在 0.4~0.8 kg/m², 5 个品种的产量在 0.4 kg/m² 以下, 分别为 At95-1534、Bg2677、SN270、Bg450 和 Ld355。

表 3 供试水稻产量性状的方差分析

Table 3 Variance analysis for yield traits of varieties tested

项目	有效穗数	总粒数	实粒数	千粒重/g	空秕率/%	结实率/%	产量/(kg·m ²)
平均值	10.7	227.0	168.3	21.5	25.6	74.8	0.7
最大值	17.3	352.0	268.2	29.5	85.3	93.0	1.0
最小值	5.9	128.4	33.6	11.6	7.0	14.7	0.3
标准差	2.5	54.0	47.9	4.7	12.6	12.4	0.2
变异系数	0.235	0.238	0.284	0.216	0.490	0.166	0.244
差异显著性	***	***	***	***	***	***	***

“***”表示差异在 0.001 水平上显著。

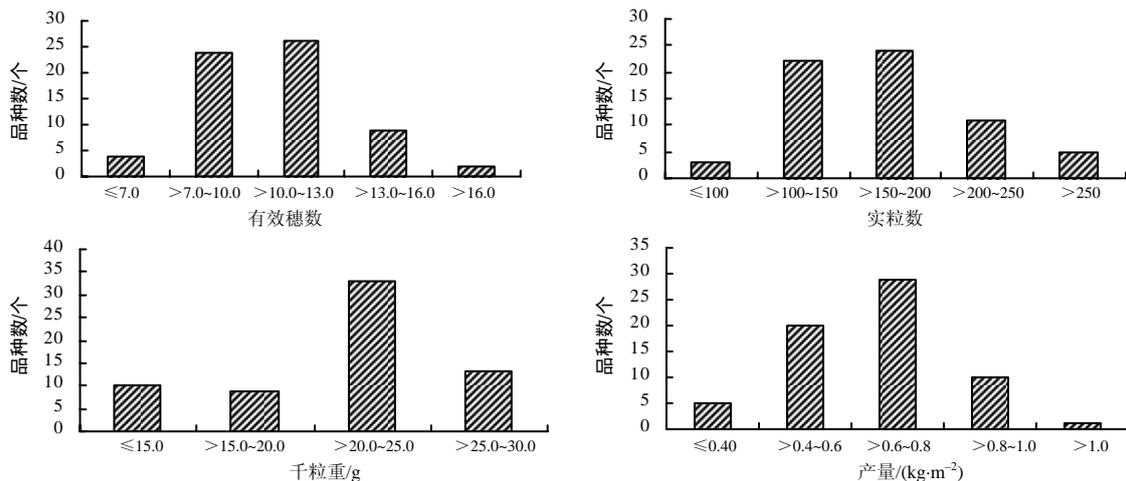


图 2 供试水稻的有效穗数、实粒数、千粒重及产量分布

Fig.2 The distributions of effective panicles, filled grains, 1 000 grains weight and yield of varieties tested

3.3 稻米的加工品质与外观品质分析

稻米的加工品质与外观品质如表 4 所示。参照优质稻谷分级标准(GB/T17891—1999), 糙米率达到优质一级标准(79%)的有 37 个品种; 二级(77%)的有 13 个品种; 三级标准(75%)的有 11 个品种。总体来看, 糙米率达优质的共 61 个品种, 占 93.8%。精米率达优质二级(72%)的有 11 个品种, 占 16.9%; 达优质三级(70%)的有 14 个品种; 多数品种(40 个品种<70%)未达到优质标准。整精米率总体较优, 有 62 个品种均达到优质标准, 其中达到优质一级(56%)的有 47 个品种, 只有 3 个品种未达优质标准, 分别为 At4-L-

6c、At-95-7-5 和 Bg379-2。

粒长变幅为 3.5~7.0 mm, 有 30 个品种的粒长 > 6.5 mm, 属于长粒品种; 30 个品种分布于 5.6~6.5 mm, 属于中粒品种。粒宽变幅为 2.0~3.7 mm, 绝大多数(96.9%)品种的米粒粒宽分布在 2~3 mm。长宽比的变幅在 1.5~3.0, 主要分布在 2.0~2.5。从变异系数来看, 品种间米粒粒宽的变异较小, 其后依次是粒长、长宽比。垩白粒率变幅为 0.3%~38.3%, 品种间差异极显著, 其中, 有 35 个品种的垩白粒率达优质一级(10%); 22 个品种达优质二级(20%); 7 个品种达优质三级(30%), 只有 At96-5-8 的垩白粒率(38.3%)未达标。

表 4 供试水稻的加工品质和外观品质的方差分析

Table 4 Variance analysis for milling and apparent qualities of different cultivars

项目	糙米率/%	精米率/%	整精米率/%	粒长/mm	粒宽/mm	长宽比	垩白粒率/%
平均值	79.2	67.1	59.9	5.5	2.6	2.2	11.6
最大值	90.7	78.1	72.1	7.0	3.7	3.0	38.3
最小值	68.7	53.0	47.6	3.5	2.0	1.5	0.3
标准差	3.0	5.0	5.3	0.8	0.2	0.3	7.9
变异系数	0.038	0.074	0.089	0.144	0.093	0.156	0.686
差异显著性	**	***	***	***	**	**	***

“**”、“***”表示差异在 0.01、0.001 水平上显著。

3.4 主成分分析

为了进一步分析影响稻米农艺性状和品质性状的因子，对 29 项指标进行主成分分析，通过相关的特征值和特征向量，选取前 5 个($\lambda_1 \sim \lambda_5$)作为评价品质的主成分，累计贡献率为 95.306%(表 5)。在第 1 主成分中，以总粒数和实粒数为主，可以看作是粒数因子；在第 2 主成分中，以实粒数、总粒数、空秕率和结实率为主，可以看作是产量因子，需要注意的是总粒数和空秕率均为负值，表示在水稻育种中应适当降低总粒数和空秕率，

而以提高实粒数和总粒数为主；在第 3 主成分中，以播抽期和全生育期为主，可以看作是生育期因子；在第 4 主成分中，以剑叶面积、播抽期、全生育期为主，可以看作是叶面积和生育期联合因子，同第 3 主成分相矛盾的是播抽期和全生育期均为负值，这表明播抽期和全生育期并非越长越好，而应控制在适当范围，以同其他指标相协调；在第 5 主成分中，以二次枝梗数和株高为主，可以看作是穗数和株高联合因子，提高二次枝梗数，适当降低株高有利于水稻的增产。

表 5 供试水稻品质性状的主成分特征向量

Table 5 The eigenvectors of rice qualities by using principal component analysis

性状	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5	性状	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5
x_1	-0.052	0.096	0.497	-0.503	-0.082	x_{17}	0.649	0.582	-0.069	-0.007	0.050
x_2	-0.045	0.069	0.465	-0.390	-0.091	x_{18}	-0.006	0.011	-0.003	-0.009	0.007
x_3	0.007	-0.014	-0.040	0.066	0.052	x_{19}	-0.010	0.019	-0.028	0.041	0.046
x_4	0.006	-0.013	-0.041	0.073	0.058	x_{20}	-0.036	-0.416	0.042	-0.009	-0.080
x_5	0.010	-0.013	-0.061	0.056	0.080	x_{21}	0.031	0.413	-0.015	0.020	0.019
x_6	0.017	0.020	0.222	0.200	-0.015	x_{22}	0.000	0.001	-0.003	0.003	0.004
x_7	0.000	0.000	0.003	0.008	0.004	x_{23}	-0.001	0.002	-0.006	-0.016	-0.010
x_8	0.038	0.031	0.427	0.543	0.060	x_{24}	0.005	0.024	-0.006	-0.168	0.008
x_9	0.017	0.008	0.186	0.134	-0.014	x_{25}	0.010	0.021	0.009	-0.151	-0.041
x_{10}	0.000	0.001	0.005	0.003	0.001	x_{26}	-0.003	0.005	0.000	0.008	0.012
x_{11}	0.030	0.030	0.429	0.298	0.012	x_{27}	0.000	0.001	0.000	0.001	0.001
x_{12}	0.048	-0.057	0.196	0.212	-0.245	x_{28}	-0.001	0.002	0.000	0.002	0.004
x_{13}	0.006	0.008	0.056	0.055	0.027	x_{29}	-0.022	-0.069	-0.098	0.137	-0.028
x_{14}	0.013	-0.031	-0.002	0.015	0.039	特征值	4 748.410	850.443	564.150	188.238	119.702
x_{15}	0.039	-0.129	0.134	-0.090	0.939	累积百分比	69.936%	82.462%	90.771%	93.543%	95.306%
x_{16}	0.751	-0.523	0.054	-0.105	-0.097						

x_1 播抽期； x_2 全生育期； x_3 始穗期 SPAD； x_4 齐穗期 SPAD； x_5 成熟期 SPAD； x_6 剑叶长； x_7 剑叶宽； x_8 剑面积； x_9 倒二叶长； x_{10} 倒二叶宽； x_{11} 倒二叶面积； x_{12} 株高； x_{13} 穗长； x_{14} 一次枝梗数； x_{15} 二次枝梗数； x_{16} 总粒数； x_{17} 实粒数； x_{18} 有效穗； x_{19} 千粒重； x_{20} 空秕率； x_{21} 结实率； x_{22} 产量； x_{23} 糙米率； x_{24} 精米率； x_{25} 整精米率； x_{26} 每粒长； x_{27} 每粒宽； x_{28} 长宽比； x_{29} 垩白粒率。

3.5 聚类分析

以 29 个指标为依据，将各数值标准化后进行 Ward 法聚类分析，可将 65 个品种分为 3 类(图 3)。第 I 类包括 At4-L-6c、Bg357、Bg2225-1、At-4-E-4、At95-2-1、At96-19-17-2、At402、At96-5-8、Bg2039、SN272、At95-7、Bg300、

96-2943、At95-10-4、Bg95-595、Bg2426-2E、Bg2341-1、95-1566、95-3000、96-911、Bg2746、SN238、96-3297 和 97-1405 等 24 个品种，这一类具有较高的剑叶 SPAD 值、千粒重、产量和垩白粒率，而生育期和穗长较短、叶面积较小、株高、结实率较低，即该类品种具有较好的

产量性状,但外观品质较差;第 II 类包括 At354、Bg2586-1、96-1520、Bg2676、Bg2677、98-444、94-4338、Ld355、93-1154、94-4549、H4、Suwanda、Bg403、Bg95-518、IR29723、IR72RY、94-4918、Bg379-2、95-296 和 Bg450 等 20 个品种,该类品种具有较高的有效穗数、精米率和整精米率,而一、二次枝梗数和粒数较少、剑叶 SPAD 值、千粒重和产量较低,即具有较好的加工品质,但产量性状较差;第 III 类包括 At94-

16、At95-1534、At94-17、At95-4-3、At96-19-17-1、Bw328-1、SN291、At354-R、SN208、95-3350、Bg1222、Bg380、Bg94-1、At95-2-10、IRTP283、At95-6-8、SN270、At-95-7-5、Bw302、At95-15-19 和 At95-22-18 等 21 个品种,该类品种具有较高的结实率,播抽期、全生育期和穗长较长,叶面积较大,株高较高,枝梗数和粒数较多,即该类具有良好的农艺性状和外观品质。

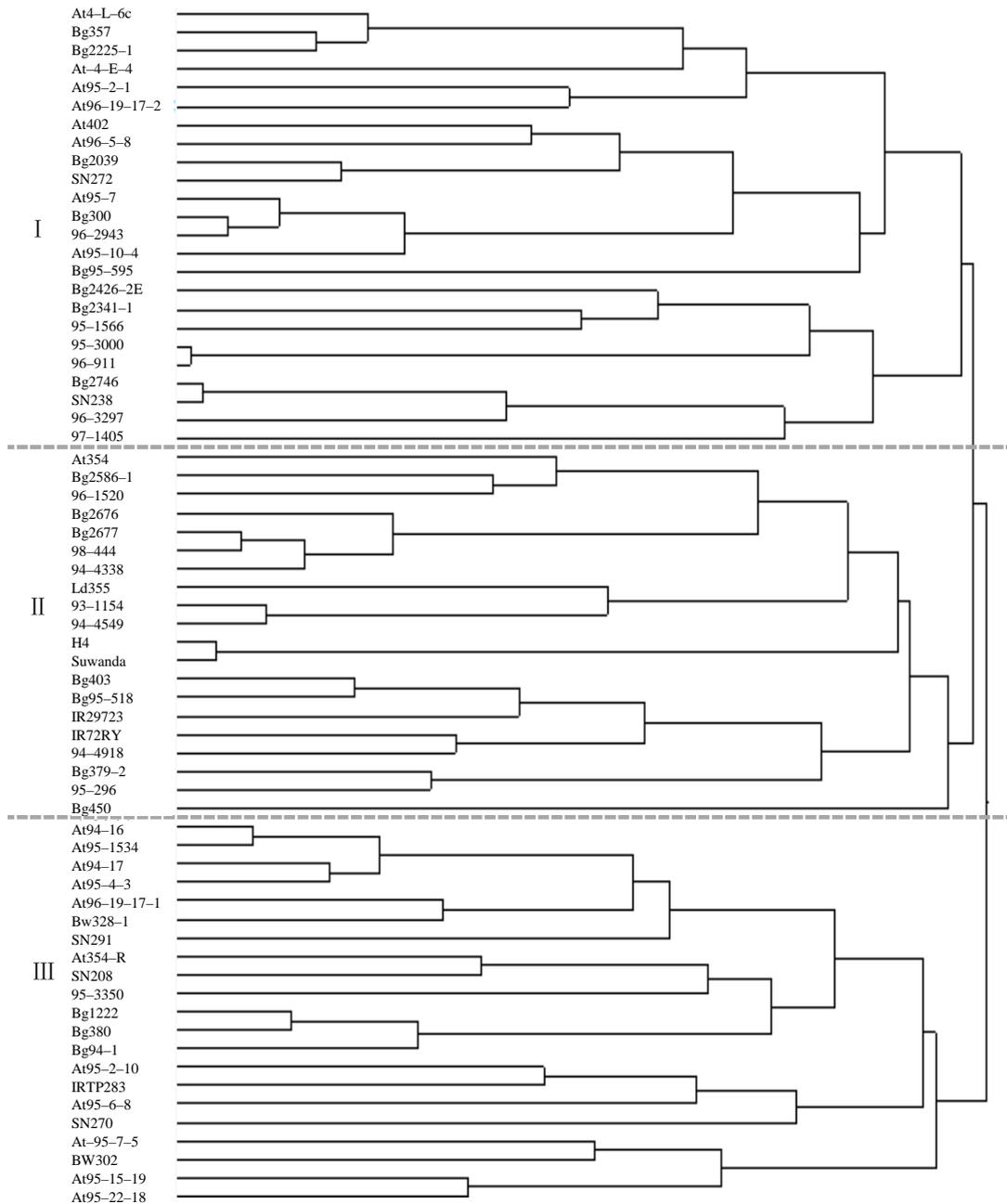


图 3 不同品种基于农艺性状和加工与外观品质性状的聚类分析结果

Fig. 3 Clustering analysis of different cultivars based on agronomic traits, milling and apparent qualities

4 结论与讨论

斯里兰卡属于热带稻作区,其稻种抗性强,抗原广泛,同时具有耐盐性等特点^[2,8]。本试验对从斯里兰卡引进的 65 个水稻品种的农艺性状与加工及外观品质进行了详细分析,结果表明,多数品种生育期属迟熟类型,株高均相对较高,分蘖能力强,穗偏中大,结实率较高,但千粒重和产量偏低,这与李天等^[9]研究结果基本一致。

水稻农艺性状间存在着复杂的相关性,前人已经对影响水稻产量的因素进行大量探讨。如李淑芳等^[10]分析表明,增加剑叶的长、宽和面积,有助于增加千粒重和穗粒重;李建国等^[11]认为有效穗与总粒数呈显著负相关,总粒数与结实率呈显著负相关;袁菊红等^[12]研究指出,产量性状中有效穗对产量贡献最大,且随着有效穗增多,总粒数和结实率下降;胡继鑫等^[13]研究表明,一次枝梗上的籽粒灌浆优于二次枝梗上的籽粒,增加二次枝梗数可增加总粒数,但同时会提高空秕率;聂守军^[14]认为增加水稻的穗长可增加穗粒数,但同样会导致结实率下降,从而影响产量;袁杰等^[15]的研究表明,有效穗、穗粒数和千粒重与产量均呈显著正相关。而本研究结果表明,缩短生育期、降低株高,减小剑叶和倒二叶的长度,有利于提高水稻的千粒重和产量;垩白粒率、粒长和长宽比均与产量呈负相关,这同 Zhou 等^[16]的研究结论相似。通过主成分分析可以看出,粒数因子对水稻农艺性状与品质的贡献最大,达到 69.936%,因此,在育种和生产中要重视粒数因子。而与之相矛盾的是,总粒数因子并非越大越好,在第 2 主成分中,总粒数却为负值,这表明实粒数比总粒数更能体现水稻生产潜力。同样,播抽期和全生育期也并非越长越好(第 3 主成分与第 4 主成分),均应控制在合理范围。总体来说,水稻是一个协调的群体,只有各项指标协调平衡,才能获得较高的产量和品质^[5,17]。

本试验聚类分析结果将 65 个水稻品种分为 3 类,第 I 类具有较好的产量性状,但外观品质较差;第 II 类具有较好的加工品质,但产量性状较差;第 III 类具有良好的农艺性状和外观品质。在

水稻生产及育种过程中,可以根据这些品种的不同特性进行选育,以丰富优质水稻生产和育种资源。

参考文献:

- [1] 潘家驹. 作物育种学总论[M]. 北京: 中国农业出版社, 2002.
- [2] 余汉勇, 魏兴华, 袁筱萍, 等. 水稻国外引种的探讨和建议[J]. 植物遗传资源学报, 2005, 6(1): 96-100.
- [3] Song Z, Li B, Chen J, et al. Genetic diversity and conservation of common wild rice (*Oryza rufipogon*) in China[J]. Plant Spec Biol, 2005, 20(2): 83-92.
- [4] 程式华, 李建. 现代中国水稻[M]. 北京: 金盾出版社, 2007.
- [5] 游书梅, 曹应江, 郑家奎, 等. 73 份亚洲水稻恢复系农艺性状的主成分与聚类分析[J]. 植物遗传资源学报, 2015, 16(2): 250-256.
- [6] 魏光华, 汤圣祥, 余汉勇, 等. 中国水稻国外引种概况及效益分析[J]. 中国水稻科学, 2010, 24(1): 5-11.
- [7] 王述民, 张宗文. 世界粮食和农业植物遗传资源保护与利用现状[J]. 植物遗传资源学报, 2011, 12(3): 325-338.
- [8] 罗利军, 应存山, 汤圣祥. 稻种资源学[M]. 武汉: 湖北科学技术出版社, 2002.
- [9] 李天, 张建军, 陈勇, 等. 引进水稻种质资源的性状观测与测交筛选研究[J]. 四川农业大学学报, 2004, 22(3): 206-208.
- [10] 李淑芳, 李玉发, 王风华, 等. 粳稻剑叶与穗粒重关系的研究[J]. 吉林农业科学, 2004, 29(5): 9-11.
- [11] 李建国, 韩勇, 刘博, 等. 水稻品种农艺性状与产量的相关分析[J]. 北方水稻, 2008, 38(3): 78-80.
- [12] 袁菊红, 屠乃美, 张桂莲. 水陆稻在水田和旱地栽培的性状比较[J]. 湖南农业大学学报: 自然科学版, 2005, 31(1): 1-6.
- [13] 胡继鑫, 王光明, 徐海. 水稻穗部性状与品质和产量的关系综述[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(3): 923-925.
- [14] 聂守军. 黑龙江省水稻主栽品种农艺性状与产量的相关性分析研究[J]. 中国农学通报, 2005, 21(12): 147-150.
- [15] 袁杰, 王奉斌, 张燕红, 等. 新疆水稻品种(系)产量与主要农艺性状的相关分析[J]. 安徽农学通报, 2009, 15(19): 59-60.
- [16] Zhou L, Liang S, Ponce K, et al. Factors affecting head rice yield and chalkiness in *Indica* rice[J]. Field Crop Res, 2015, 172: 1-10.
- [17] 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.

责任编辑: 尹小红

英文编辑: 梁和