

文章编号: 1008-3464(2003)04-0244-05

# 云南热区传统陆稻品种的形态农艺性状多样性研究

吴芳<sup>1</sup>, 殷寿华<sup>1,2</sup>, 张远辉<sup>1</sup>, 郭辉军<sup>1</sup>, 龚志莲<sup>1</sup>, 卢宝荣<sup>2</sup>

(1 中国科学院西双版纳热带植物园, 云南 勐仑 666303;

2 复旦大学生物多样性研究所, 上海 200023)

**摘要:** 对云南热区 212 份传统陆稻品种的 17 项数量性状进行了分析, 结果表明: 云南热区陆稻表现出丰富的形态和遗传多样性, 多样性指数在 2.277~2.326 之间, 变异系数在 3.67%~49.24% 之间, 变异系数和多样性指数的变化趋势相反; 通过聚类分析, 云南热区陆稻品种被分为三个类群, 其中类群 I 为单株产量低的类群, 占供试品种的 43%, 类群 II 为单株产量中的类群, 占供试品种的 26%, 类群 III 为单株产量高的品种类群, 占供试品种的 31%。

**关键词:** 传统陆稻; 多样性; 聚类分析; 品种群; 形态农艺性状

**中图分类号:** S511      **文献标识码:** A

## Diversity of morpho-agronomic characteristics in upland-rice varieties in tropical Yunnan

WU Fang<sup>1</sup>, YIN Shou-hua<sup>1,2</sup>, ZHANG Yuan-hui<sup>1</sup>, GUO Hui-jun<sup>1</sup>,  
GONG Zhi-lian<sup>1</sup>, LU Bao-rong<sup>2</sup>

(1 Xishuangbanna Tropical Botanical Garden, Chinese Academy of Science, Menglun 666303, China;

2 Institute of Biodiversity Science, Fudan University, Shanghai 200023, China)

**Abstract:** Data of seventeen quantitative characters of two hundred and twelve upland-rice in tropical Yunnan were analyzed to determine the morpho-agronomic characters' diversity. The results are as follows. Diversity in morphology of the upland-rice breeds in tropical Yunnan were discovered by analyzed, the diversity index was between 2.277 and 2.326, the variant coefficient was between 3.67% and 49.24%. The trend of the change of the diversity index and the variant coefficient was opposite. The breeds were divided into three types, in which 43 percent belonged to type I, 26 percent belonged to type II, and 31 percent belonged to type III. The results showed that the diversity of upland-rice in tropical Yunnan was abundant.

**Key words:** traditional upland-rice; diversity; cluster analysis; breed group; morpho-agronomic characteristics

现代育种导致作物遗传多样性的降低, 使得作物改良的遗传基础变得越来越狭窄<sup>[1]</sup>。我国对稻种资源的遗传多样性进行了大量研究<sup>[2,3]</sup>, 稻种遗传多样性是实现稻作遗传改良的物质基础<sup>[2]</sup>。目前我国学者对栽培稻的遗传多样性研究大多以云南为中心而进行<sup>[4]</sup>。他们通过酯酶同工酶<sup>[3,5]</sup>、等位酶<sup>[6]</sup>及 RFLP 分析<sup>[7]</sup>, 证明云南是中国栽培稻遗传多样性中心之一, 认为云南栽培稻具高水平的遗传变异。黄燕红等<sup>[8]</sup>对中国稻区 700 份地方品种的遗传多样性研究表明, 籼粳稻的平均基因多样性 (H) 均以云南

收稿日期: 2002-11-14

基金项目: 中国科学院创新工程项目 (KSCX2-3-04-05)

作者简介: 吴芳 (1974-), 女, 四川内江人, 中国科学院西双版纳热带植物园在读硕士研究生。

最大。云南陆稻以其特有的优异资源和丰富的生态类型著称, 收录于“云南地方稻种资源目录”的云南陆稻品种有 1 177 份<sup>[9]</sup>, 占我国目前收集保存的陆稻遗传资源的 1/2<sup>[10]</sup>。目前虽然已从陆稻品种与品系数目上证明云南陆稻具有丰富的多样性<sup>[11]</sup>, 伍绍云等<sup>[12]</sup>也曾对澜沧县 120 个陆稻品种资源的品种多样性进行了研究, 但对于云南热区陆稻的研究, 过去主要着眼于收集和保存, 进行简单的性状评价鉴定, 难以反映其复杂的多样性, 因此, 有必要对于云南热区陆稻品种资源的遗传多样性作较系统深入的研究。本研究通过对 212 份云南热区陆稻的主要形态农艺性状的多样性进行分析, 从形态学水平上明确了云南热区陆稻品种资源的遗传多样性, 可为充分合理利用云南热区传统陆稻提供理论根据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 材 料

从中国科学院西双版纳热带植物园热带植物种质资源库现保存的 600 多份云南热区传统陆稻种质资源中, 随机选出 212 份材料, 组成随机样本。所选材料原产地为云南西蒙、思茅和西双版纳地区。

### 1.2 实验方 法

试验于 2000 年在西双版纳热带植物园外的水田中进行。田间排列采用 3 重复随机区组设计, 小区面积 1.2 m<sup>2</sup>, 每小区种植 20 株, 株行距 18 cm × 18 cm。8 月 12 日移栽, 肥水管理按常规进行。

调查项目: 全生育期、株高、基茎、主茎叶数、有效穗、茎集散、剑叶长、剑叶宽、剑叶角度、第二叶长、第二叶宽、第二叶角度、穗长、每穗籽粒数、每穗实粒数、千粒重、单株产量。

### 1.3 数据处 理方 法

性状的多样性指数在 Biodiversity pro. 中通过计算获得。多样性指数在生态学和遗传学研究中广泛应用, 具有加权性, 可以用来合并不同性状、位点或者不同地区材料的变异, 能较好的比较某一作物、某一物种或某一地区的遗传变异性。聚类分析在 spss 10.0 上进行。

## 2 结 果 与 分 析

### 2.1 云南热区传统陆稻品种总体变异系数和多样性指数

云南热区陆稻品种各性状的平均数、标准差、变异系数和 H 均存在较大变异(表 1)。各性状变幅较大, 株高 81 ~ 160 cm, 基茎 0.331 ~ 0.509 cm, 有效分蘖 3 ~ 10 个, 茎集散 13 ~ 65 °; 剑叶长 19 ~ 39 cm, 剑叶宽 0.907 ~ 2.340 cm, 剑叶角度 24 ~ 146 °; 第二叶长 27 ~ 60 cm, 第二叶宽 0.749 ~ 2.008 cm, 第二叶角度 12 ~ 118 °; 主茎叶片数 3 ~ 6 片, 全生育期 102 ~ 132 d, 穗长 10.4 ~ 25.2 cm, 穗籽粒数 15 ~ 126 粒, 穗实粒数 14 ~ 88 粒, 千粒重 19.514 ~ 50.770 g, 单株产量 1.082 ~ 16.846 g。17 个性状的变异系数变幅为 3.67% ~ 49.24%, 变异系数从大到小是: 单株产量 (49.27%) > 第二叶角度 (38.86%) > 穗实粒数 (34.97%) > 穗籽粒数 (34.68%) > 有效分蘖 (31.73%) > 茎集散 (27.07%) > 剑叶角度 (24.24%) > 千粒重 (15.95%) > 剑叶长 (15.61%) > 第二叶长 (15.59%) > 穗长 (14.79%) > 第二叶宽 (14.49%) > 基茎 (14.34%) > 剑叶宽 (14.06%) > 株高 (11.30%) > 主茎叶数 (9.57%) > 全生育期 (3.67%), 说明各性状在品种间的变化存在较大差异, 各品种的全生育期天数和主茎叶数相对整齐一致, 而单株产量、第二叶角度、穗实粒数、穗籽粒数、有效分蘖等性状在各品种之间的变化相对较大。17 个性状的多样性指数都较大, 说明每个性状都具有丰富的多样性, 进而说明云南热区陆稻品种具有丰富的多样性; 多样性指数变化幅度不大, 为 2.277 ~ 2.326, 从大到小依次为: 全生育期天数 (2.326) > 主茎叶数 (2.324) = 株高 > 剑叶宽 (2.322) = 基茎 = 第二叶宽 = 穗长 > 第二叶长 (2.321) = 剑叶长 = 千粒重 > 茎集散 (2.313) > 剑叶角度 (2.312) > 有效分蘖 (2.305) > 穗籽粒数 (2.303) > 穗实粒数 (2.302) > 第二叶角度 (2.293) > 单株产量 (2.277)。比较变异系数和多样性指数, 从总体上看, 除茎集散和剑叶角度外, 变异系数和多样性指数的变化趋势相反。因为变异越大的性状, 稳定性越差, 品种间有差异的性状类型越少, 该性状在品种间的多样性就越低; 变异系数非常接近的性状, 由于品种间有差异的性状类型数基本相同, 多样性指数相等。上述结果表明, 云南热区传统陆稻品种具有丰富的多样性; 其性状的变异程度影响着多样性的高低, 变异程度越大的性状, 多样性越低。

表1 各性状的最大值、最小值、平均数、标准差、变异系数和多样性指数

Table 1 Diversity index, variant coefficient, standard deviation, mean, minimum and maximum of each character

性状代号 Character Group	最大值 Max- imum	最小值 Min- imum	平均数 Mean	标准差 Standard deviation	变异系数 Variant coeffi- cient/ %	多样性 指数 Diversity index	性状代号 Character Group	最大值 Max- imum	最小值 Min- imum	平均数 Mean	标准差 Standard deviation	变异系数 Variant coeffi- cient/ %	多样性 指数 Diversity index
1	159.889	81.111	108.317	12.240	11.30	2.324	10	118.333	12.333	56.253	21.858	38.86	2.293
2	0.775	0.331	0.509	0.073	14.34	2.322	11	5.500	3.111	4.140	0.396	9.57	2.324
3	20.667	2.667	10.299	3.268	31.73	2.305	12	131.500	102.333	112.231	4.118	3.67	2.326
4	65.222	12.667	21.557	5.835	27.07	2.313	13	25.214	10.427	16.676	2.466	14.79	2.322
5	38.889	19.167	27.562	4.303	15.61	2.321	14	126.489	15.340	45.446	15.759	34.68	2.303
6	2.340	0.907	1.636	0.230	14.06	2.322	15	88.402	13.517	36.246	12.675	34.97	2.302
7	146.111	24.444	105.437	25.560	24.24	2.312	16	50.770	19.514	32.709	5.216	15.95	2.321
8	60.200	27.356	38.801	6.049	15.59	2.321	17	16.846	1.082	5.502	2.709	49.24	2.277
9	2.008	0.749	1.387	0.201	14.49	2.322							

注: 1. 株高 (cm); 2. 基茎 (cm); 3. 有效分蘖 (个); 4. 茎集散 (°); 5. 剑叶长 (cm); 6. 剑叶宽 (cm); 7. 剑叶角度 (°); 8. 第二叶长 (cm); 9. 第二叶宽 (cm); 10. 第二叶角度 (°); 11. 主茎叶数 (片); 12. 全生育期 (d); 13. 穗长 (cm); 14. 穗籽粒数 (粒); 15. 穗实粒数 (粒); 16. 千粒重 (g); 17. 单株产量 (g); 全生育期指从播种期到抽穗期天数加上 30 d, 表 2 的性状代号 (单位) 和表 1 一致。

Note: 1. Plant height (cm); 2. Radical stem (cm); 3. Number of effective tillers; 4. Culm compactness (°); 5. Sword - leaf length (cm); 6. Sword - leaf width (cm); 7. Sword - leaf angle (°); 8. The second - leaf length (cm); 9. The second - leaf width (cm); 10. The second - leaf angle (°); 11. Number of stem's leaves; 12. All bearing days (d); 13. Main spike length (cm); 14. Spike seeds number; 15. Spike full - seed number; 16. 1000 - grain weight (g); 17. Per plant yield (g); All bearing days means the days from sowing to heading and add 30 days. Character group (Unit) in table 2 is the same as in Table 1.

## 2.2 云南热区传统陆稻品种类型的多样性

利用云南热区地方传统陆稻品种的 17 个性状对 212 个品种进行聚类分析, 经标准化处理后, 根据距离系数大小, 得 3 个品种群, 每类群包含的品种数分别为类群 91 个、类群 55 个、类群 66 个。第 1 和第 2 类群间的距离系数为 25; 第 1 和第 3 类群间的距离系数为 11。计算出各品种群的平均数 (表 2)。

表2 各农艺性状的平均值

Table 2 Average value of 17 agronomy characteristics for 3 categories

性状 Characters	类群 Group	类群 Group	类群 Group	性状 Characters	类群 Group	类群 Group	类群 Group
1	100.63	111.66	118.98	10	60.19	54.56	52.60
2	0.46	0.51	0.57	11	4.02	4.06	4.31
3	10.76	10.71	9.17	12	112.40	110.85	115.43
4	19.98	21.95	24.03	13	14.91	16.90	19.40
5	24.45	28.63	31.85	14	34.61	46.85	62.27
6	1.48	1.63	1.83	15	27.91	37.29	49.17
7	102.67	108.16	108.54	16	31.75	31.68	35.84
8	34.56	40.11	44.82	17	3.91	5.46	7.98
9	1.23	1.37	1.53				

根据平均数将各类群的特征归纳如下:

2.2.1 品种群 I 品种群内品种间的距离系数都在 6 以下。从表 2 中性状平均数指标看, 该类群的共同特征为: 植株高度 (100.63 cm)、基茎 (0.458 cm)、茎集散 (19.98°)、剑叶长 (24.45 cm)、剑叶宽 (1.48 cm)、剑叶角度 (102.67°)、第二叶长 (34.56 cm)、第二叶宽 (1.23 cm)、主茎叶数 (4.02 片)、穗长 (14.91 cm)、穗籽粒数 (34.61 粒)、穗实粒数 (27.91 粒)、单株产量 (3.907 g) 都是三个品种群中最小的, 而单株有效分蘖 (10.76 个) 和第二叶角度 (60.19°) 是品种群中最大的, 全生育期 (112.40 d) 和千粒重

(31.75 g) 居中。从产量看, 该类群单株产量(3.907 g) 明显低于其它两个品种群, 即聚在该类群下的品种属于低产品种。该类群 91 个品种, 占实验陆稻品种数的 43%。

2.2.2 品种群 II 该品种群内品种间的距离系数都在 4 以下。根据平均数指标, 该类群的共同特征为: 植株高度(111.66 cm)、基茎(0.508 cm)、单株有效分蘖(10.71 个)、茎集散(21.95 $\text{^\circ}$ )、剑叶长(28.63 cm)、剑叶宽(1.63 cm)、剑叶角度(108.16 $\text{^\circ}$ )、第二叶长(40.11 cm)、第二叶宽(1.37 cm)、

第二叶角度(54.56 $\text{^\circ}$ )、主茎叶数(4.06 片)、穗长(16.90 cm)、穗籽粒数(46.85 粒)、穗实粒数(37.29 粒)、单株产量为(5.460 g) 都是三个品种群中居中的, 全生育期(110.85 d) 和千粒重(31.68 g) 最小。从产量看, 该类群单株产量(5.460 g) 介于其它两个品种群之间, 即聚在该类群下的品种属于中产品种。该类群 55 个品种, 占实验陆稻品种数的 26%。

2.2.3 品种群 III 该品种群内品种间的距离系数都在 4 以下。根据平均数指标, 该类群的共同特征为: 植株高度(118.98 cm)、基茎(0.566 cm)、茎集散(24.03 $\text{^\circ}$ )、剑叶长(31.85 cm)、剑叶宽(1.83 cm)、剑叶角度(108.54 $\text{^\circ}$ )、第二叶长(44.82 cm)、第二叶宽(1.53 cm)、主茎叶数(4.31 片)、全生育期(115.43 d)、穗长(19.40 cm)、穗籽粒数(62.27 粒)、穗实粒数(49.17 粒)、千粒重(35.84 g)、单株产量为(7.983 g) 都是三个品种群中最大的, 而单株有效分蘖(9.17 个) 和第二叶角度(52.60 $\text{^\circ}$ ) 是三个品种群中最小的。从产量看, 该类群单株产量(7.983 g) 明显高于其它两个品种群, 即聚在该类群下的品种属于高产品种。该类群 66 个品种, 占实验陆稻品种数的 31%。

根据聚类结果, 按照单株产量, 云南热区传统陆稻品种中低产、中产、高产品种都有, 其中中低产品种较多, 占了实验品种的 69%, 但也不乏高产品种类型, 占了实验品种数的 31%。从三个类群各性状的平均数可以看出, 产量的高低和植株高度、基茎、茎集散、剑叶长、剑叶宽、剑叶角度、第二叶长、第二叶宽、主茎叶数、穗长、穗籽粒数、穗实粒数的变化一致, 而和单株有效分蘖数和第二叶角度的变化相反。

对聚为一类的品种进行分析发现, 来源于西蒙地区的品种 88.9% 被聚在类群 I 中, 11.1% 被聚在类群 II 中; 来源于思茅地区的品种, 47.2% 聚在类群 I 中, 44.4% 聚在类群 II 中, 只有 8.4% 聚在类群 III 中; 来源于西双版纳地区的品种在三个类群中的品种百分数分别为类群 I 40.7%、类群 II 29.9%、类群 III 29.3%。说明西蒙地区品种多为低产类型, 思茅地区的品种主要为低产类型和高产类型, 西双版纳地区的品种低、中、高产品种都有。籼稻和粳稻在三个类群中的百分率分别是: 69.2%、81.8%、87.9% 和 30.8%、18.2%、12.1%; 粘稻和糯稻在三个类群中的百分率分别是 51.1%、82.1%、82.1% 和 48.9%、17.9%、17.9%, 说明品种类群的划分与籼粳和粘糯都没有明显关系。

### 3 讨论

通过对云南热区陆稻品种 17 个主要农艺性状的分析, 发现品种各性状的多样性指数和变异系数的变化趋势基本相反, 说明云南热区陆稻品种变异系数越大的性状其多样性指数越低。这与 D. Tilman<sup>[13]</sup> 对生态系统内的变异系数和多样性指数间关系的观点是一致的。据曾亚文等<sup>[14]</sup> 对云南稻种资源 31 个性状的研究表明, 滇西南(临沧、西双版纳、德洪、思茅) 和滇东南(文山) 是云南稻种平均多样性指数(1.2735~1.2036) 最大的地区。从本研究对主要分布于滇西南西双版纳和思茅的云南热区陆稻多样性指数的分析来看, 热区陆稻主要性状的平均多样性指数(2.314) 高于该地区稻种资源的多样性指数。曾亚文等<sup>[14, 15]</sup> 的研究表明云南稻种资源穗部性状的多样性中心在墨江, 多样性指数在 0.9~1.8, 本研究得到的云南热区陆稻穗部性状多样性指数 H 为 2.302~2.322, 这说明热区陆稻穗部多样性远远大于云南稻种资源穗部多样性的最高水平。从总体上看, 云南热区陆稻各性状的多样性指数都集中在 2.277~2.326 之间, 曾亚文等<sup>[15]</sup> 利用丁颖分类体系, 得到云南陆稻(临沧、德洪、文山、西双版纳、红河) 的多样性指数为 1.3~1.5。从以上的分析可以看出, 云南热区陆稻品种的形态农艺性状的多样性指数远远大于云南稻种资源的多样性指数, 也高于云南陆稻总体的多样性指数, 但这还需通过分子标记如同工酶等进一步确认。通过对 17 个性状的分析, 所得极值、变异系数和多样性指数也表明云南热区陆稻品种存在广泛的遗传多样性, 是今后稻育种的种质基础。但从育种的实践看, 陆稻育成品种不

多, 云南目前生产上的品种主要是地方品种<sup>[9]</sup>。

另外, 本研究依据 17 个数量性状对 212 个云南热区地方陆稻品种进行聚类, 使其性状相近的聚为一类, 克服了仅依少数几个性状进行直观带经验性分类的弊端。经聚类发现, 云南热区陆稻品种可分为低、中、高产三种类群, 且产量高低与植株高度、基茎、茎集散、剑叶长、剑叶宽、剑叶角度、第二叶长、第二叶宽、主茎叶数、穗长、穗籽粒数、穗实粒数的变化一致, 与单株有效分蘖数和第二叶角度的变化是相反的。这一结果可为育种家选育优良陆稻品种提供参考。

然而, 多样性异常丰富的云南热区传统陆稻品种, 近年由于少数高产品种的推广和稻农对品种的人为选择<sup>[12, 16]</sup>正在迅速消失。伍绍云等<sup>[12]</sup>和龚志莲等<sup>[16]</sup>对陆稻品种资源保存现状的实地考察和收集提醒我们, 大量的陆稻品种可能因为某一村寨甚至某一农户的停种而消失。作为陆稻新品种选育的宝贵材料, 这些资源的丧失, 不仅使陆稻品种资源的品种多样性和遗传多样性受到影响, 同时也使陆稻新品种选育的遗传基础更加狭窄, 必须采取措施对这些珍贵的遗传种质资源加以保护, 使其得以充分利用。而对收集品种的充分认识是对其充分利用的前提。

## 参考文献:

- [ 1 ] WHASH J. Genetic vulnerability down on the farm [J]. Science, 1981, 214: 161 ~ 164.
- [ 2 ] 卢宝荣. 稻种遗传资源多样性的开发利用及保护 [J]. 生物多样性, 1998, 6 (1): 63 ~ 72.
- [ 3 ] 朱英国, 梅继华, 陈勇, 等. 云南栽培稻酯酶同工酶研究 [J]. 武汉大学学报, 1984, 1: 111 ~ 122.
- [ 4 ] 高立志, 洪德元. 中国稻属研究的主要进展 [J]. 中国农业科学, 1999, 32 (6): 40 ~ 46.
- [ 5 ] 朱英国, 冯新华, 梅继华, 等. 我国水稻品种酯酶同工酶地理分布研究 [J]. 中国农业科学, 1985, (1): 32 ~ 39.
- [ 6 ] NAGAMINE T, XIONG J H, XIAO Q. Genetic variation in several isozymes of indigenous rice varieties in Yunnan Province of China [J]. Japan J Breed, 1992, 42: 507 ~ 513.
- [ 7 ] 刘克德, 张启发. 云南地方稻种的遗传变异和籼粳分化 [J]. 植物学报, 1995, 37 (9): 718 ~ 724.
- [ 8 ] 黄燕红, 孙新立, 王象坤. 中国栽培稻遗传多样性中心的同工酶研究 [A]. 中国栽培稻起源与演化研究专集 [C]. 北京: 中国农业大学出版社, 1996. 85 ~ 91.
- [ 9 ] 蒋志农主编. 云南稻作 [M]. 昆明: 云南科技出版社, 1995. 64 ~ 69, 221 ~ 225.
- [ 10 ] 应存山. 稻 [A]. 中国农学会遗传资源学会编. 中国作物遗传资源 [C]. 北京: 中国农业科学出版社, 1994. 98 ~ 100.
- [ 11 ] 黄清港, 盛锦山主编. 中国稻种资源目录 (续编, 地方稻种一、二分册) [M]. 北京: 农业出版社, 1992.
- [ 12 ] 伍绍云, 游承俐, 戴陆园, 等. 云南澜沧县陆稻品种资源多样性和原生境保护 [J]. 植物资源与环境学报, 2000, 9 (4): 39 ~ 43.
- [ 13 ] TILMAN D. The ecological consequences of changes in biodiversity: A search for general principles [J]. Ecology, 1999, 80 (5): 1455 ~ 1474.
- [ 14 ] 曾亚文, 王象坤, 杨忠义, 等. 云南稻种资源核心种质库构建及其利用前景 [J]. 植物遗传资源科学, 2000, 1 (3): 12 ~ 16.
- [ 15 ] 曾亚文, 李自超, 杨忠义, 等. 云南稻种主要性状多样性分布中心及其规律研究 [J]. 华中农业大学学报, 2000, 19 (6): 511 ~ 517.
- [ 16 ] 龚志莲, 郭辉军, 周开元, 等. 西双版纳社区旱稻品种多样性现状调查报告 [J]. 云南植物研究, 2001, (Suppl): 178 ~ 186. (责任编辑 裴润梅)