

云南当前种植地方稻种 SSR 遗传多样性分析

张恩来, 徐福荣, 汤翠凤, 阿新祥, 杨雅云, 董超, 张斐斐, 徐安虎, 戴陆园

(云南省农业科学院生物技术与种质资源研究所/云南省农业生物技术重点实验室, 昆明 650223)

摘要: 选用 20 对 SSR 引物对 2007-2008 年间从云南省 56 个县(区)收集的 416 份地方稻种进行遗传多样性分析。共检测到 116 个等位变异, 每个位点变幅为 3~13, 平均为 5.8 个; SSR 引物多态性信息含量 *PIC* 指数平均为 0.681, 最小为 RM18 的 0.349, 最大的 RM6748 为 0.891; 56 个县(区)的 *PIC* 变幅为 0.025~0.679, 平均为 0.381, 勐海县的 *PIC* 最高, 广南县等仅有 1 份参试材料的 8 个县(区)的 *PIC* 最低。聚类结果表明, 在遗传一致度为 0.362 处将 56 个县(区)的稻种分为 3 个类群, 第 I 类包括勐海等 54 个县(区), 在阈值为 0.499 处又分为 2 个亚类, 其中亚类 I-1 包括 36 个县(区), 亚类 I-2 包括 18 个县(区), 第 II 类仅包括思茅区, 第 III 类仅包括河口县; 楚雄州的牟定县与姚安县的遗传一致度最大, 为 0.943, 大姚县与姚安县的遗传一致度也较高, 为 0.925, 思茅区与宁蒗县的遗传一致度最小, 为 0.033, 各县(区)的遗传一致度与地理位置有一定的相关性。本研究结果表明, 云南当前种植的地方稻种具有丰富的遗传多样性, 但分布很不均匀, 遗传多样性主要集中在西双版纳、德宏、普洱、临沧和红河 5 个州市。

关键词: SSR; 遗传多样性; 地方稻种; 当前种植; 云南

Genetic Diversity of Rice Landraces Being Utilized in Yunnan by SSR Markers

ZHANG En-lai, XU Fu-rong, TANG Cui-feng, A Xin-xiang, YANG Ya-yun, DONG Chao,

ZHANG Fei-fei, XU An-hu, DAI Lu-yuan

(*Biotechnology and Genetic Germplasm Institute, Yunnan Academy*

of Agricultural Sciences/Key Laboratory of Agricultural Biotechnology of Yunnan Province, Kunming 650223)

Abstract: A total of 416 varieties being grown during 2007–2008 in 56 counties in Yunnan province were evaluated using 20 pairs of SSR markers. Total of 116 alleles were detected and the number of alleles per marker ranged from 3 to 13, with an average of 5.8. The mean of polymorphism information content (*PIC*) of SSR markers was 0.681, with a range from 0.349 at RM18 to 0.891 at RM6748. *PIC* varied from 0.025 to 0.679 among the 56 counties, with an average of 0.381, that of Menghai was the highest while that of eight counties in each only one accession being collected was the lowest. Cluster analysis with UPGMA method based on genetic identity (*GI*) indicated that 56 counties were classified into 3 groups at *GI* of 0.362, *GI* was 0.943, the highest between Mouding and Yao'an counties while that was the lowest between Simao and Ninglang counties, with *GI* of 0.033. *GI* was related to geographical regions among 56 counties. Rich genetic diversity exists in Yunnan rice landraces in present production. Genetic diversity of landrace rice distribute uniformly between prefectures in Yunnan province and rich genetic diversity mainly concentrate in five prefectures including Xishuangbanna, Dehong, Puer, Lincang and Honghe.

Key words: SSR; Genetic diversity; Rice landrace; Present production; Yunnan

水稻 (*Oryza sativa* L.) 是世界上最重要的粮食作物之一, 全球一半以上的人口以稻米为主要食物

收稿日期: 2010-04-08 修回日期: 2011-05-31

基金项目: 科技基础性工作专项 (2006FY110702); 云南省科技创新强省计划项目 (2007C0219Z); 云南省重点基金项目 (2010CC009); 国家“863”项目“绿色超级稻新品种培育”; 云南省人才培养项目 (2008PY049)

作者简介: 张恩来, 硕士, 主要从事稻种资源研究。E-mail: zhangenlai456@126.com

通讯作者: 戴陆园, 研究员, 博士生导师。E-mail: luyundai@yahoo.com.cn

来源^[1]。为满足人口日益增长的粮食需求,水稻新品种的大面积推广,在很大程度上取代了地方品种,数以十万计的地方品种被迅速淘汰,品种单一化和遗传脆弱性日趋严重,造成大量基因流失和农业生态系统的退化,导致栽培稻品种的遗传基础越来越狭窄,以致不能承受新病、虫害和不利环境的袭击^[2-6]。得天独厚的自然条件和民族文化为云南形成丰富的稻作资源创造了条件,使云南成为中国栽培稻遗传多样性中心^[7-8]。尽管由于新品种的推广,云南省大量地方稻种已经在生产中被淘汰,但当前仍然有不少地方稻种因适应性广、耐冷性强、抗病虫、品质优以及与少数民族的生活习俗息息相关等原因而被保留下来,在当今的生产中继续发挥着作用,无疑这些被保留在生产中的地方稻种都具有现代新品种难以替代的特征特性,并且这些特征特性正是生产上需要的,这些特征特性的相关基因保存利用对于拓宽育种材料的遗传基础具有现实意义,然而对现在生产中使用的地方稻种关注和研究很少,因此,评价这些地方稻种的遗传多样性对于全面掌握云南稻作生产的需求、发掘优异基因具有积极意义。

SSR (simple sequence repeat) 标记具有多态性高、稳定性好、操作方便等特点^[9-10],在进化关系研究、居群分化、遗传多样性分析、种质鉴定、DNA 指纹图谱的构建、基因定位及分子标记辅助育种等研究领域广泛应用^[11-14]。赵勇等^[15]利用 16 对水稻功能基因的 SSR 引物研究了 23 份世界 5 个国家不同来源的水稻种质资源的遗传多样性,共检测出 78 个等位基因变异,品种间遗传相似系数在 0.13 ~ 0.64 之间,并证实了 SSR 标记是研究水稻种质资源分类、地理分布和生态类型的有效工具。张洪亮等^[16]采用 36 对 SSR 标记对 113 份云南地方稻种核心种质分析表明平均多态性信息含量 (PIC) 高达 0.8201。朱明雨等^[8]采用 19 对 SSR 标记对 82 个云南水稻地方品种及 3 份籼粳不同的水稻品种进行了遗传多样性分析,结果共检测到 83 个等位基因,85 份水稻品种遗传相似系数在 0.152 ~ 0.900 之间存在显著差异。

本研究采用 SSR 标记对云南当前仍在种植的地方稻种资源进行遗传多样性分析,旨在从分子水平上了解云南生产上仍在种植的地方稻种的遗传多样性,阐明不同区域之间地方稻种的遗传差异,从而为这些稻种资源的进一步研究和利用奠定基础。

1 材料与方法

1.1 供试材料

试验材料为 2007 年和 2008 年间收集于云南省 16 个州(市)56 个县(区)当前仍在种植的 416 份地方稻种(表 1),其中,勐腊县的参试材料最多,有 37 份,澜沧县 31 份,42 个县的参试材料少于 10 份,广南县、河口县、隆阳县、禄丰县、施甸县、思茅区、文山县及砚山县各仅有 1 份。

表 1 供试材料的来源及数量

Table 1 Origin and number of tested materials

州(市)	县	数量	州(市)	县	数量	州(市)	县	数量
City	County	No.	City	County	No.	City	County	No.
保山	龙陵	2	红河	河口	1	普洱	江城	5
	隆阳	1		红河	3		景东	3
	施甸	1		金平	6		景谷	12
	腾冲	10		绿春	2		澜沧	31
楚雄	大姚	6	屏边	4	孟连	8		
	禄丰	1	元阳	12	墨江	10		
	牟定	3	昆明	富民	2	思茅区	1	
大理	双柏	4	丽江	宁蒗	3	西盟	22	
	姚安	3	临沧	沧源	27	镇沅	2	
	鹤庆	7	耿马	5	曲靖	罗平	8	
	剑川	4	临翔	2	文山	广南	1	
德宏	梁河	4	双江	6	麻栗坡	7		
	陇川	21	永德	2	文山	1		
迪庆	芒市	18	镇康	6	砚山	1		
	瑞丽	5	怒江	贡山	3	西双	景洪	2
	盈江	22	兰坪	10	版纳	勐海	22	
迪庆	德钦	2	泸水	14	勐腊	37		
	维西	4	玉溪	新平	7	昭通	巧家	2
香格里拉	5	元江	3					

1.2 DNA 的提取

利用在 Edwards 等^[17]基础上稍作改良的 CTAB 法提取 DNA,并对其进行纯化。

1.3 SSR 引物及 PCR 扩增

随机选取 20 对 SSR 引物(表 2),由上海生工生物工程股份有限公司合成。PCR 体系(总反应体积为 10 μ l)含 10 \times PCRbuffer(含 Mg²⁺) 1 μ l, 2.5mmol/L dNTP 0.4 μ l, 5U/ μ l Taq DNA 聚合酶 0.2 μ l, 10 μ mol/L SSR 引物 1.0 μ l, 20ng/ μ l DNA 2.0 μ l, ddH₂O 5.4 μ l。PCR 程序为 94 $^{\circ}$ C 预变性 5min, 94 $^{\circ}$ C 变性 40s, 55 $^{\circ}$ C 退火 40s(RM107 的退火温度为 67 $^{\circ}$ C), 72 $^{\circ}$ C 延伸 40s, 35 个循环, 72 $^{\circ}$ C 延伸 10min, 4 $^{\circ}$ C 5min 后放 4 $^{\circ}$ C 冰箱保存备用。采用 8% 的聚丙烯酰胺凝胶进行恒压电泳, 银染法检测, 对检测结果进行拍照并统计。

1.4 数据统计与多样性指标

以 0、1 矩阵统计 SSR 扩增结果, 在凝胶相同迁移率位置上有 DNA 条带的记为 1, 无带记为 0。利用 Popgene 软件分析 Nei's 遗传一致度(genetic identity, GI), 观测等位变异(observed number of alleles, N_a)及有效等位变异(number of effective alleles, N_e), 利用非加权组平均法 UPGMA(unweighted pair-group method with arithmetic means)进行聚类, 利用软件 NTSYSpc2.1 中 similarity 的 qualitative data 程序计算品种间的遗传相似系数。

多态性信息含量(polymorphic information content, PIC)^[18]公式如下:

$$PIC = 1 - \sum P_{ij}^2$$

其中 P_{ij} 为第 i 个多态位点上第 j 个等位基因的频率。

2 结果与分析

2.1 SSR 多态性分析

利用 20 对 SSR 引物对 416 份地方稻种资源进行标记, 共检测出 116 个等位变异(表 2), 平均 5.8 个, 每对 SSR 等位变异范围为 3~13 个, RM6748 扩增出的等位变异最多, 有 13 个等位变异, 其次是 RM207, RM339 与 RM224, 均扩增出 9 个等位变异, RM23, RM18 与 RM107 扩增的等位变异最少, 均为 3 个; 20 对 SSR 引物的有效等位变异平均为 3.911, 变异范围为 1.536(RM18)~9.148(RM6748); 20 对引物的 PIC 平均为 0.681, 变幅为 0.349~0.891, 其中引物 RM6748 的多态性最高, 其次是 RM289, PIC 为 0.855, 所用引物当中仅 RM111 与 RM18 的 PIC 小于 0.5, 多态性较低, PIC 分别为 0.358 和 0.349。

表 2 20 对 SSR 引物的染色体位置以及在 416 份地方稻种中的遗传多样性信息

Table 2 Chromosome location, N_a , N_e and PIC of 20 SSR loci

引物 Primer	染色体 Chr.	观测等位 变异 N_a	有效等位 变异 N_e	多态信息 含量 PIC
RM23	1	3	2.260	0.557
RM84	1	5	3.199	0.687
RM259	1	7	5.276	0.810
RM207	2	9	6.771	0.852
RM213	2	4	3.248	0.692
RM250	2	7	2.764	0.638
RM324	2	4	2.399	0.583
RM405	4	5	4.027	0.752
RM6748	4	13	9.148	0.891
RM289	5	8	6.919	0.855
RM611	5	4	3.453	0.710
RM111	6	4	1.557	0.358
RM11	7	5	3.351	0.702
RM18	7	3	1.536	0.349
RM339	8	9	5.528	0.819
RM107	9	3	2.402	0.584
RM202	11	4	3.439	0.709
RM224	11	9	5.382	0.814
RM4	12	4	2.330	0.571
RM19	12	6	3.241	0.691
均值 Mean	—	5.8	3.911	0.681

2.2 遗传相似性分析

基于 20 对 SSR 引物扩增结果统计的数据, 计算 416 份地方稻种间及 56 个县的地方稻种间的遗传相似系数, 结果表明, 416 份地方稻种之间的平均遗传相似系数为 0.755, 变幅为 0.632~1, 其中楚雄州牟定县的小麻谷与大姚县大白谷的遗传相似系数为 1, 表明 2 份材料的遗传相似性非常高, 遗传差异非常小, 20 对 SSR 引物在分子水平上未能将 2 份地方稻种区分开, 56 个县当中有 8 个县仅有 1 份参试地方稻种, 无法比较遗传相似性, 其他 48 个县当中, 来自牟定县的 3 份地方稻种的平均遗传相似系数最高, 为 0.943, 表明牟定县的 3 份地方稻种遗传差异很小, 而来自景洪的 2 份地方稻种的平均遗传相似系数最小, 为 0.692, 说明 2 份地方稻种的遗传差异较大。

2.3 各来源县稻种的多态性信息含量分析

多态性信息含量 PIC 是群体遗传变异的量度, 该值越大, 表明群体内的遗传变异越大, 反之则遗传变异越小。通过分析不同来源县的 PIC(表 3, 图 1), 结果表明, 56 个县的 PIC 平均为 0.381, 变幅为 0.025~0.679, 其中勐海县的 PIC 最高, 其次是陇川县, PIC 为 0.660, 广南等仅有 1 份材料的 8 个县的 PIC 最小, 均为 0.025, 勐腊县参试材料最多, 有 37

份,但其 PIC 为 0.623,并不是最高,而澜沧县的参试材料有 31 份,其 PIC 仅为 0.475,却小于元江与屏边县的 PIC ,而这两个县的材料数分别为 3 份和 4

份, PIC 分别为 0.492 和 0.500。由此表明,参试材料多的区域其遗传多样性不一定高,反之遗传多样性也不一定低。

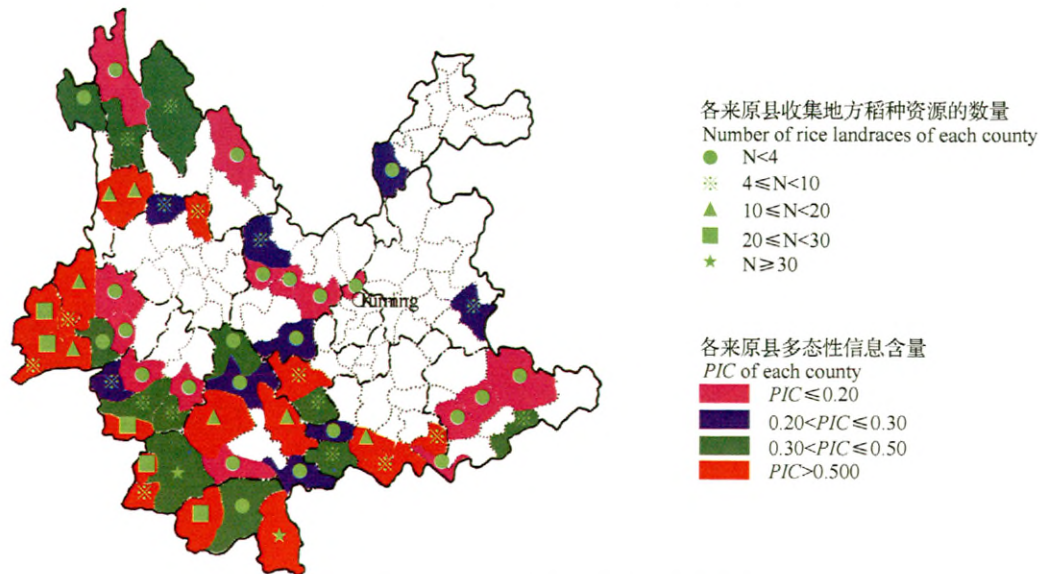


图 1 各参试县的稻种资源数量分布及多态性信息含量

Fig.1 Number of rice landrace and PIC of each county

表 3 各来源县内地方稻种资源的遗传相似系数及多态性信息含量

Table 3 Average of genetic similarity and PIC of rice landraces in each county

来源 Origin	平均遗传相似系数 Average of genetic similarity	多态信息含量 PIC	来源 Origin	平均遗传相似系数 Average of genetic similarity	多态信息含量 PIC
沧源	0.769	0.620	麻栗坡	0.801	0.474
大姚	0.836	0.379	勐海	0.745	0.679
德钦	0.932	0.088	勐腊	0.771	0.623
富民	0.880	0.163	孟连	0.761	0.592
耿马	0.815	0.424	墨江	0.776	0.564
贡山	0.749	0.472	牟定	0.943	0.136
广南	—	0.025	宁蒗	0.909	0.169
河口	—	0.025	屏边	0.766	0.500
鹤庆	0.778	0.514	巧家	0.812	0.263
红河	0.823	0.328	瑞丽	0.742	0.572
剑川	0.883	0.234	施甸	—	0.025
江城	0.832	0.372	双柏	0.823	0.384
金平	0.741	0.606	双江	0.802	0.458
景东	0.755	0.461	思茅	—	0.025
景谷	0.786	0.550	腾冲	0.779	0.552
景洪	0.692	0.438	维西	0.795	0.428
兰坪	0.792	0.533	文山	—	0.025
澜沧	0.820	0.475	西盟	0.755	0.650
梁河	0.749	0.528	香格里拉	0.815	0.428
临翔	0.897	0.175	新平	0.775	0.541
龙陵	0.709	0.450	砚山	—	0.025
隆阳	—	0.025	姚安	0.892	0.186
陇川	0.753	0.660	盈江	0.711	0.579
泸水	0.758	0.638	永德	0.863	0.188
禄丰	—	0.025	元江	0.761	0.492
芒市	0.765	0.623	元阳	0.767	0.594
绿春	0.744	0.400	镇康	0.886	0.286
罗平	0.841	0.384	镇沅	0.812	0.263

2.4 来源县间稻种遗传一致度及聚类分析

通过计算来源各县之间的 Nei's 遗传一致度,结果表明,牟定县与姚安县的遗传一致度最大,为 0.943;其次是大姚县与姚安县的遗传一致度也较高,为 0.925;思茅区与宁蒗县的遗传一致度最小,为 0.033;思茅区与施甸县、河口县的遗传一致度也较小,均为 0.052。牟定、姚安与大姚县均属于楚雄州,且牟定、大姚均与姚安县的遗传一致度最高,这一结果说明县与县之间材料的遗传差异大小与地理位置有一定的关系。

基于来源县之间的 Nei's 遗传一致度,利用 UPGMA 法进行聚类(图 2),聚类结果表明,56 个县在遗传一致度为 0.362 处分为 3 类,第 I 类包括 54 个县,并在遗传一致度 0.499 处又分为两个亚类,其中第一亚类 I-1 包括 36 个县,第二亚类 I-2 包括 18 个县;第 II 类仅包括思茅区,该区的 1 份参试材料名称为黄皮谷,亚种类型为籼稻,采集地海拔为 880m;第 III 类仅包括河口县,该县的 1 份参试材料名称为长糯谷,亚种类型为籼稻,采集地海拔为 870m。

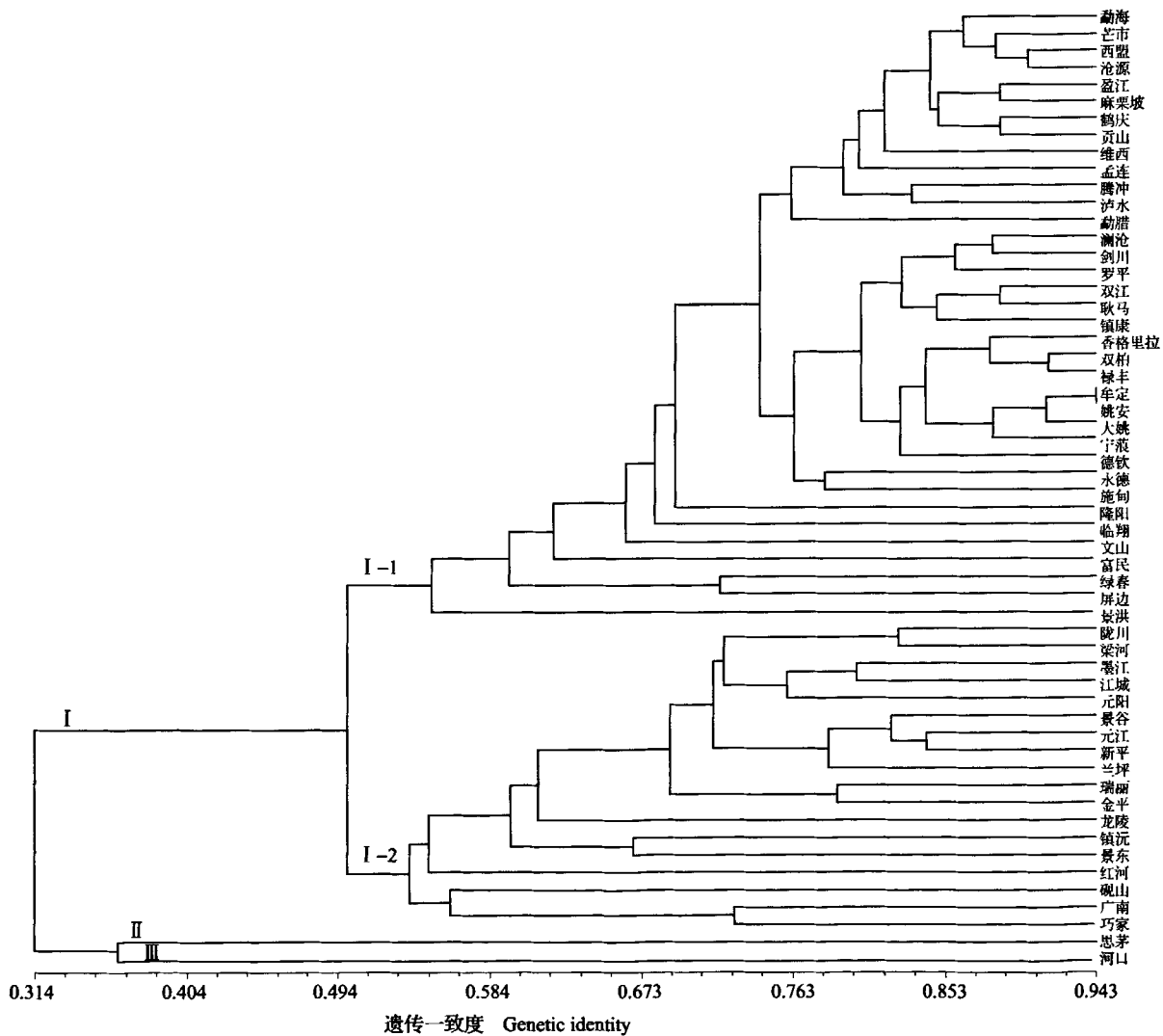


图 2 基于 56 个县间稻种遗传一致度的聚类分析图

Fig.2 Dendrogram of cluster analysis based on Nei's genetic identity of 56 counties

3 讨论

本研究利用 20 对 SSR 引物分析 416 份云南生产上仍在利用的地方稻种的遗传多样性,平均每个位点检测到 5.8 个等位变异,明显高于太湖流域

224 份粳稻地方品种 (3.6 个)^[19] 和云南 80 份地方水稻品种检测到的等位变异 (4.37)^[8], 与我国 329 常规稻栽培品种检测到的等位变异相近 (5.7 个)^[20], 表明云南地方稻种具有丰富的多样性; 却低于中国 288 份普通野生稻与栽培稻种检测到的等位变异

(10.5 个)^[19],表明云南省内仍在种植的地方稻种内的变异程度无法与之相提并论;此外,也发现位点多态性与参试材料数量多寡并不完全相关。

徐福荣等^[22]、曾亚文等^[23]研究表明,云南稻种的多样性主要分布在临沧市、普洱市、西双版纳州、德宏州以及滇东南的文山州。本研究结果表明,来自临沧、西双版纳、德宏、普洱的地方稻种资源遗传多样性较高,其中 12 个县的地方稻种的 *PIC* 大于 0.5 (图 1 红色区域),而来自文山州的 4 个县的地方稻种的 *PIC* 均小于 0.5,遗传多样性较低,而红河州地区尽管参试材料不算太多,但是 *PIC* 大于 0.5 的县有 3 个,该区域地方稻种的遗传多样性也很丰富,该结果表明元阳哈尼梯田的稻作文化为稻种遗传多样性的保护做出了巨大的贡献。

云南地方稻种之所以大量被保留下来且存在丰富的遗传多样性,与各地区的民族传统习俗、生态环境、社会经济发展程度等密切相关。如云南傣族喜欢食用糯谷,糯米是他们的主食,常常做成菠萝糯米饭^[22],在西双版纳与德宏傣族聚居区调查收集结果表明大量的糯谷品种被保留了下来;而布朗族具有偏好有色米制品的饮食习惯,从而使得大量有色稻得以保留,加上地理位置及生态环境,布朗族仍种植陆稻品种,张敦宇等^[24]对布朗族仍在种植的地方稻种进行收集的结果表明,有色米占收集地方稻种总量的 26.4%,而陆稻占收集总量的 24.5%;红河州元阳县哈尼梯田由于高差悬殊,孕育了“一山分四季,隔里不同天”的山地垂直气候特征,创造了著名的梯田稻作文化,从而保留了大量的地方稻种且被持续种植,杂交水稻仅能在中低海拔种植,而不适应高海拔环境,从而使得耐冷性强、适应性广的地方稻种被保留了下来,并且因当地民族喜欢食用红米饭,认为红米饭经吃耐饿,胀饭,营养价值较高^[25],因此在保留下来的地方稻种中有半数以上为红米。

云南生产上仍在种植的每份地方稻种均具有突出的特点,接下来对当前仍在种植的地方稻种进行品质,抗旱性,抗病虫及耐冷性等方面进行深入评价鉴定,筛选优异种质及基因,为现代水稻育种及培育绿色超级稻提供优异种质。同时,对未进行调查收集的县(区)应加强地方稻种的收集与保存,与农家保护、原位保护等方式相结合,保护云南地方稻种的遗传多样性,从而避免更多地方稻种进一步消亡。

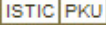
参考文献

- [1] 程式华,李建. 现代中国水稻[M]. 北京:金盾出版社,2007: 1-8
- [2] 汤圣祥,江云珠,张本敦,等. 中国稻区的生物多样性[J]. 生物多样性,1999,7(1):73-78
- [3] FAO. The State of the World's Plant Genetic Resources for Food and Agriculture[M]. Rome:FAO,1998:30-40
- [4] Zhu Y Y, Chen H R, Fan J H, et al. Genetic diversity and disease control in rice[J]. Nature,2000,406:718-722
- [5] Ramanatha R V, Hodgkin T. Genetic diversity and conservation and utilization of plant genetic resources[J]. Plant Cell Tissue Organ Cul,2002,68:1-19
- [6] Vellve R. The decline of diversity in European agriculture[J]. Ecologist,1993,23:64-69
- [7] 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
- [8] 朱明雨,王云月,朱有勇,等. 云南地方稻品种遗传多样性及其保护意义[J]. 华中农业大学学报,2004,23(2):187-191
- [9] 刘金,关建平,徐东旭,等. 小扁豆种质资源 SSR 标记遗传多样性及群体结构分析[J]. 作物学报,2008,34(11):1901-1909
- [10] 黎裕,贾继增,王天宇. 分子标记的种类及其发展[J]. 生物技术通报,1999,15(4):19-22
- [11] 刘炜,李自超,史延丽,等. 利用 SSR 标记进行粳稻品种的遗传多样性研究[J]. 西南农业学报,2005,18(5):509-513
- [12] Rogers O S, Bendich A J. Extraction of DNA from plant tissue[J]. Plant Mol Biol Man,1988,A6:1-10
- [13] 王栋,卢新雄,张志娥,等. SSR 标记分析种子老化及繁殖世代对大豆种质遗传完整性的影响[J]. 植物遗传资源学报,2010,11(2):192-199
- [14] 赵庆勇,张亚东,朱镇,等. 30 个粳稻品种 SSR 标记遗传多样性分析[J]. 植物遗传资源学报,2010,11(2):218-223
- [15] 赵勇,杨凯, Akbar Ali Cheema, 等. 利用水稻功能基因 SSR 标记鉴定水稻种质资源[J]. 中国农业科学,2002,35(4):349-353
- [16] 张洪亮,李自超,廖登群,等. 云南地方稻种资源核心种质的微卫星分析[J]. 农业生物技术学报,2003,11(2):131-139
- [17] Edwards K, Johnstone C, Thompson C. A simple and rapid method for the preparation of plant genomic DNA for PCR analysis[J]. Nucl Acid Res,1991,19(6):1349
- [18] 徐宁,程须珍,王丽侠,等. 用于中国小豆种质资源遗传多样性分析 SSR 分子标记筛选及应用[J]. 作物学报,2009,35(2):219-227
- [19] 于萍,李丽,吕建珍,等. 太湖流域粳稻地方品种的微卫星分析[J]. 中国水稻科学,2009,23(2):148-152
- [20] 魏兴华,袁筱萍,余汉勇,等. 我国常规稻主栽品种的遗传变异分析[J]. 中国水稻科学,2009,23(3):237-244
- [21] 张晓丽,郭辉,王海岗,等. 中国普通野生稻与栽培稻种 SSR 多样性的比较分析[J]. 作物学报,2008,34(4):591-597
- [22] 徐福荣,戴陆园,叶昌荣,等. 云南稻种资源表现型分布地和分布民族分析[J]. 西南农业大学学报:自然科学版,2005,27(1):14-19
- [23] 曾亚文,李自超,申时全,等. 云南地方稻种的多样性及优异种质研究[J]. 中国水稻科学,2001,15(3):169-174
- [24] 张敦宇,徐福荣,余腾琼,等. 云南布朗族地区种植的地方稻种及其分布特点[J]. 植物遗传资源学报,2011,12(1):64-70
- [25] 徐福荣,张恩来,董超,等. 云南元阳哈尼梯田地方稻种的主要农艺性状鉴定评价[J]. 植物遗传资源学报,2010,11(4):413-416,423

云南当前种植地方稻种SSR遗传多样性分析

作者: [张恩来](#), [徐福荣](#), [汤翠凤](#), [阿新祥](#), [杨雅云](#), [董超](#), [张斐斐](#), [徐安虎](#), [戴陆园](#), [ZHANG En-lai](#), [XU Fu-rong](#), [TANG Cui-feng](#), [A Xin-xiang](#), [YANG Ya-yun](#), [DONG Chao](#), [ZHANG Fei-fei](#), [XU An-hu](#), [DAI Lu-yuan](#)

作者单位: [云南省农业科学院生物技术与种质资源研究所/云南省农业生物技术重点实验室, 昆明, 650223](#)

刊名: [植物遗传资源学报](#) 

英文刊名: [Journal of Plant Genetic Resources](#)

年, 卷(期): 2011, 12(6)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_zwyczyxb201106009.aspx