植物学通报 2006, **23** (6): 670~676
Chinese Bulletin of Botany

·实验简报·

云南普通野生稻遗传多样性和亲缘关系

晏慧君[1,2],付坚[2],李俊[3],黄兴奇[2],王玲仙[2],程在全[2*]

[1] 云南大学生命科学学院, 昆明 650091; [2] 云南省农业科学院生物技术与种质资源研究所, 昆明 650223
[3] 西双版纳农科所, 景洪 650000

摘要 野生稻(*Oryza rufipogon*)是稻属的重要组成部分, 具有许多优良性状, 是水稻遗传改良的天然基因库。本研究通过对形态学性状的观测, 及ISSR和RAPD UPGMA聚类分析, 将云南普通野生稻划分为4个类型, 即元江类型、景洪紫杆直立型、景洪绿杆直立型和景洪匍匐型。在供试材料中筛选到具有多态性的ISSR和RAPD引物各11个, ISSR引物扩增出多态带113条, 多态性条带比率(PPB)为82.26%, RAPD引物共扩增出多态性条带76条, PPB值为76.77%, 两种分子标记的分析结果呈极显著正相关(r = 0.951)。此外UPGMA聚类结果表明, 云南普通野生稻不同类型与其它地区普通野生稻之间的遗传亲缘关系差异明显。

关键词 普通野生稻, 亚种, 遗传多态性, 形态学, RAPD, ISSR

Assessment of Genetic Diversity and Relationship of *Oryza rufipogon* from Yunnan

Huijun Yan[1,2], Jian Fu[2], Jun Li[3], Xingqi Huang[2], Lingxian Wang[2], Zaiquan Cheng[2*]

[1]*College of Life Sciences, Yunnan University, Kunming 650091, China*
[2]*Biotechnology and Genetic Germplasm Institute, Yunnan Academy of Agricultural Sciences, Kunming 650223, China*
[3]*Agricultural Research Institute of Xishangbanna Prefecture, Jinghong 650000, China*

Abstract Wild rice species such as *Oryza rufipogon* are an important part of *Oryza*, which are many excellent properties and are a gene bank for rice improvement. This paper proposes that *O. rufipogon* from Yunnan can be classified into 4 types, namely, Yuanjiang type and purple erect-stem type, green erect-stem type and espalier-growth type from Jinghong. Types were identified by morphologic, such as anther, earring time, and seed shape, and polymorphic analysis with random amplified polymorphic DNA (RAPD) and inter-simple sequence repeats (ISSRs), as well as clustering analysis of markers. A total of 11 ISSR primers and 11 RAPD primers showed polymorphism among the entries. For ISSR markers, 113 polymorphic bands were generated, with 82.26% proportion of polymorphic bands (PPB). For RAPD markers, 76 polymorphic bands were generated, for 76.77% PPB. Gas spectrometry results revealed a significant positive correlation of 0.951 between RAPD and ISSR markers. Clustering analysis by UPGMA showed types of *O. rufipogon* from Yunnan having significantly different genetic relationships with wild rice species from other areas.

Key words *Oryza rufipogon*, subspecies, genetic diversity, morphology, RAPD, ISSR

收稿日期: 2006-05-29; **接受日期**: 2006-08-16
基金项目: **国家自然科学基金**(No. 30460019)**和云南省自然科学基金重点项目**(No. 2004C0010Z)
* Author for correspondence. E-mail: chzaqu1@hotmail.com

https://www.sciengine.com/doi/10.3724/CBB-t26-171

稻属(*Oryza*)是一个和人类生活密切相关的植物类群, 现有22个种, 其中2个栽培稻, 其余均为野生稻(卢宝荣, 1998; 张乃群, 2002)。中国有3种野生稻: 普通野生稻(*Oryza rufupogon*)、药用野生稻(*O. officinalis*)和疣粒野生稻(*O. meyeriana*), 3种野生稻均列为国家二级保护植物(高立志和洪德元, 1999)。云南是具有我国全部3种野生稻的2个省份之一, 而且3种野生稻的原产地恰是云南栽培稻资源最丰富、类型最复杂的地区, 因而云南野生稻在栽培稻起源演化研究中具有相当重要的地位。近年来在普通野生稻中已鉴定出优良性状20多种, 主要有对各种病虫害抗性强、胞质雄性不育及米质优等特点(黄艳兰等, 1999; 卢宝荣, 2001)。因此, 野生稻是重要的遗传资源。

过去有人对云南野生稻的遗传多样性有一些初步研究, 发现遗传多态性不仅表现在形态上的差异, 更重要表现在染色体、蛋白质及DNA水平上的差异(Ge et al., 1999; 何华勤等, 2004; Cheng et al., 2005)。但是近年来云南普通野生稻遭到严重的破坏, 许多过去分布的野生稻已经丧失, 现存云南普通野生稻资源的多样性还有待研究。而且云南的普通野生稻与我国其它地方的野生稻(如东乡普通野生稻)之间的遗传关系, 及与非洲长雄野生稻之间的遗传关系, 目前尚缺乏系统研究。

过去仅根据其分布地点对云南普通野生稻进行类型的划分, 由于缺乏从形态学和遗传物质水平上的系统研究, 因此类型的划分缺乏科学依据。

为此, 本研究以采自云南不同生态类群的普通野生稻以及江西东乡普通野生稻、非洲长雄野生稻为分析材料, 以云南典型的籼稻和粳稻为对照, 运用形态学观察分析的方法结合ISSR及RAPD分子标记技术, 分析云南普通野生稻之间的遗传多态性, 进一步将其分类, 为科学利用和保护野生稻资源提供参考。

1 材料和方法

1.1 材料

本研究选用11个普通野生稻(*Oryza rufupogon*), 包括元江普通野生稻(以下简称元江普野)5份, 景洪普通野生稻(以下简称景洪普野)4份, 东乡普通野生稻(以下简称东乡普野)1份, 长雄普通野生稻(以下简称长雄普野)1份; 4份栽培稻, 即籼稻、粳稻各2个单株, 具体材料名称及来源见表1。

1.2 方法

1.2.1 形态学观察 按照范树国等(2003)的方法及《Descriptors for Rice, *Oryza sativa*》观测形态学性状, 包括株高、地上茎节、分蘖力、叶形、叶舌、叶耳、叶枕、基部叶鞘、抽穗期、穗茎、枝梗、粒数、柱头、芒等14个形态学性状。

1.2.2 总DNA的提取 采用CTAB法提取水稻总DNA(Xie et al., 1999)。

1.2.3 ISSR及其产物检测 PCR反应所需的Taq酶、dNTP和随机引物购于上海生工公司, PCR仪为MJ公司生产, PTC-200型。

选取1份材料进行预备试验, 从60个ISSR引物中选出11个能够获得清晰条带、反应稳定的ISSR引物(表2)。PCR反应体系包括模板DNA溶液(50 ng·μL^{-1}) 1.6 μL, 10×PCR buffer (Mg^{2+} free) 2 μL, $MgCl_2$ (25 mmol·L^{-1}) 2 μL, Taq DNA聚合酶 (5 U·μL^{-1}) 0.24 μL, 引物 (10 μmol·L^{-1}) 0.8 μL, dNTPs (2.5 mmol·L^{-1}) 1.6 μL, 加ddH_2O至终体积为20 μL, 一滴石蜡油覆盖。反应热循环程序为: 首先94℃预变性5分钟; 然后进入循环, 每个循环94℃变性30秒, 52℃退火30秒, 72℃延伸90秒, 共40个循环; 最后72℃后延伸10分钟, 4℃冷却取出。

1.2.4 RAPD及其产物检测 按照与ISSR相同的筛选策略从80个RAPD引物中选出11个能够获得清晰条带、反应稳定的引物(表2)。

https://www.sciengine.com/doi/10.3724/CBB-t26-171

表 1 供试材料的名称及来源

Table 1 Sources and names of materials investigated

No.	Rice name	Origin	No.	Rice name	Origin
A	*Oryza rufipogon* from Dongxiang	Jiangxi	C4	Dongsitang	Yuanjiang
B1	*O. rufipogon* No.2005# from Jinghong	Jinghong	C5	Dongwutang	Yuanjiang
B2	*O. rufipogon* No.2001# from Jinghong	Jinghong	D	*O. longistaminata* Chev. et Roehr	Africa
B3	Purple erect stem type from Jinghong	Jinghong	F1	Indica rice	Yuyou1#
B4	Green erect stem type from Jinghong	Jinghong	F2	Indica rice	Hexi35#
C1	Dongyitang from Yuanjiang	Yuanjiang	G1	Japonica rice	NC
C2	Dongertang	Yuanjiang	G2	Japonica rice	Dianlong201#
C3	Dongsantang	Yuanjiang			

表 2 RAPD 和 ISSR 引物

Table 2 List of RAPD and ISSR primers

RAPD primer	Sequence (5'→3')	Percentage of polymorphic bands (%)	ISSR primer	Sequence (5'→3')	Percentage of polymorphic bands (%)
OPC-06	GAACGGACTC	66.67	ISSR807	$(AG)_8T$	84.62
OPC-08	TGGACCGGT	100	ISSR809	$(AG)_8G$	75.0
OPF-06	AAGACCCCT	88.89	ISSR811	$(GA)_8C$	100
OPF-08	GGGATATCGG	91.64	ISSR880	$(GGAGA)_3$	100
OPJ-19	GGACACCACT	77.78	ISSR888	$BDB(CA)_7$	72.73
OPJ-20	AAGCGGCCTC	90.0	ISSR889	$DBD(AC)_7$	82.64
OPT-15	GGATGCCACT	62.50	ISSR890	$VHV(GT)_7$	100
OPT-18	GATGCCAGAC	71.42	ISSR891	$HVH(TG)_7$	70.0
OPV-10	GGACCTGCTG	30.0	ISSR826	$(AC)_8C$	81.82
OPV-15	CAGTGCCGGT	75.0	ISSR835	$(AG)_8YC$	100
OPV-17	ACCGGCTTGT	87.5	ISSR836	$(AG)_8YA$	75.0

Note: Y=C/T; B=C/G/T; D=A/G/T; H=A/C/T; V=A/C/G

PCR反应体系包括模板DNA 溶液(50 ng·μL^{-1}) 1.6 μL、10 × PCR buffer (Mg^{2+} free)2 μL、$MgCl_2$ (25 mmol·L^{-1})2 μL、 Taq DNA 聚合酶(5U·μL^{-1}) 0.24 μL、引物 (10 μmol·L^{-1}) 0.8 μL、dNTPs (2.5 mmol·L^{-1}) 1.6 μL, 加ddH_2O至终体积为 20 μL, 一滴石蜡油覆盖。反应热循环程序为: 首先94℃预变性4分钟; 然后进入循环, 每个循环94℃变性45秒, 36℃退火60秒, 72℃延伸90秒, 共40个循环; 最后72℃后延伸10分钟, 4℃冷却取出。

1.2.5 数据处理与聚类分析 在ISSR和RAPD扩增结果电泳图谱中, 每一扩增条带代表引物的一个结合位点, 视为有效的分子标记(Clark, 1998)。用DL2000作为对照分子量大小标记, 根据各扩增片段的迁移距离和大小, 将电泳结果中稳定出现的条带(无论强弱)的有或无赋值为1和 0, 统计后形成 0, 1 矩阵。采用 Ntsys-pc2.0 分析软件计算样品之间的Nei氏相似性系数和遗传距离。利用 UPGMA 法(unweighted pair group mean average)进行聚类分析, 建立系统树。利用 SPSS10.0 软件计算 ISSR 和 RAPD 扩增产物的多态位点数、多态位点比率及两种标记的相关性分析。

https://www.sciengine.com/doi/10.3724/CBB-t26-171

2 结果与分析

2.1 普通野生稻的形态学特征

形态学研究结果(表3)表明, 云南普通野生稻由于其分布的广泛性和所处的生态环境、地域的复杂性, 使得形态上表现出丰富的多样性。所试材料在叶形、叶舌、枝梗方面表现出了相似性, 但在株高、地上茎节、分蘖力、抽穗期、芒、柱头等方面差异明显, 而这些差异性状主要存在于景洪普野与元江普野两大类之间, 以及景洪普野不同类型之间。来自元江的材料均为红芒、茎匍匐, 而景洪紫杆和绿杆是茎直立、白芒, 景洪 2001# 和 2005# 均茎匍匐、红芒。其次, 不同类型材料的抽穗期大不相同, 景洪绿杆8月上旬抽穗, 而紫杆类在10月中旬, 元江普野抽穗期在10月下旬至11月初。综合以上形态学特征可得出景洪普野和元江普野之间存在明显差异。

2.2 扩增产物的多态性分析

供试材料的 ISSR 扩增结果见图 1, 11 个ISSR随机引物共扩增到131个条带, ISSR扩增带的分子量在 200~1 300 bp, 其中多态性条带113个, 多态性条带百分率为86.26%, 不同引物扩增出的清晰带数在9~14之间, 平均每个引物扩增出的片段条带数为11.9条, 扩增的多态性条带数的范围为7~14, 每个引物扩增的多态性片段的百分率介于70%~100%, 平均每个ISSR产生的多态性条带的数目为 10.3。

11个RAPD随机引物扩增出的条带共99条, 条带的分子量范围在200~2 500 bp, 其中多态性条带76条, 多态性条带百分比为76.77%, 不同引物扩增出的清晰条带数6~10之间, 平均每个引物扩增出的片段条带为8.5条, 不同引物扩增的多态性存在较大的差异, 扩增的多态性条带数范围为3~11, 每个引物扩增的多态性片段的百分率介于30%~100%, 平均每个引物产生的多态性条带数目为 6.7。

2.3 聚类分析

对扩增结果采用Nei遗传相似性系数(GS)的计算方法, 得到两种标记扩增结果的相似性系数矩阵。根据对遗传相似性的计算结果, 获得供试各样品材料的遗传距离 GD(GD=1-GS)。

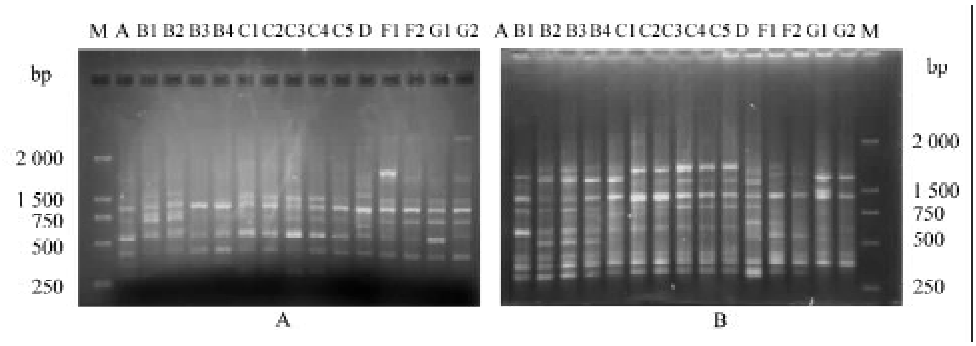


图 1 RAPD 引物 OPV-15(A)、ISSR 引物 807(B)对 15 个供试样品的扩增结果
A. 东乡普通野生稻; B1.景洪普通野生稻 2005# 材料; B2. 景洪普通野生稻 2001# 材料; B3. 景洪紫杆普通野生稻; B4. 景洪绿杆普通野生稻; C1. 元江普通野生稻东一塘; C2. 元江普通野生稻东二塘; C3. 元江普通野生稻东三塘; C4. 元江普通野生稻东四塘; C5. 元江普通野生稻东五塘; D. 长雄野生稻; F1, F2. 粳稻; G1, G2. 籼稻; M. DL2000 标准分子量

Fig. 1 The RAPD and ISSR analyses of 15 samples
A. *Oryza rufipogon* from Dongxiang; B1. *O. rufipogon* No.2005 from Jinghong; B2. *O.rufipogon* No.2001 from Jinghong; B3. Purple erect stem type from Jinghong; B4. Green erect stem type from Jinghong; C1. Dong yi tang from Yuanjiang; C2. Dong er tang from Yuanjiang; C3. Dong san tang from Yuanjiang; C4. Dong si tang from Yuanjiang; C5. Dong wu tang from Yuanjiang; D. *O. longistaminata* Chev. et Roehr; F1, F2. Indica rice; G1, G2. Japonica rice; M. DL2000 DNA Marker

https://www.sciengine.com/doi/10.3724/CBB-t26-171

表 3　11 种普通野生稻的形态学特征

Table 3　The morphological comparision of 11 *Oryza rufupogo*

Varieties of wild rice		*O. rufupogon* from Jinghong				*O.rufupogon* from Yuanjiang					*O.rufupogon* from Dongxiang	*O.longistaminata* Chev. et Roehr
		Purple erect stem	Green erect stem	2001#	2005#	Dongyitang	Dongertang	Dongsantang	Dongsitang	Dongwutang		
Stem	High (cm)	150-200	130-180	90-110	90-110	100-120	100-120	90-110	80-100	100-120	110-130	150-250
	Stem number	3-5 erection	4-6 erection	5-8 crawal	5-8 crawal	5-6 crawal	5-6 crawal	7-8 crawal	7-9 crawal	5-7 crawal	6-8 crawal	4-7 crawal
	Tillering ability	No strong	No strong	Strong	Strong	Strong	Strong	Strong	Strong	Strong	Strong	No strong
Leaf	Leaf shape	Aciculiform	Aciculiform	Aciculiform	Aciculiform	Aciculiform	Aciculiform	Aciculiform	Aciculiform	Aciculiform	Aciculiform	Leaf width
	Auricle	Kelly with floss	Pea green with floss	Pea green with floss	Pea green with floss	Illdefined	Kelly with floss	Pea green with floss	Pea green with floss	Pea green with floss	Kelly with floss	Pea green with floss
	Ligulate	Theca and bifid tine	Theca and bifid tine	Theca and bifid tine	Theca and bifid tine	Theca and bifid tine	Theca and bifid tine	Theca and bifid tine	Theca and bifid tine	Theca and bifid tine	Theca and bifid tine	Theca and bifid tine
	Pad	Green	Green	Green	Green	Pea green	Pea green	Purple	Green	Pea green	Pea green	Green
	Vagina	Purple	Pea green	Pea purple	Pea purple	Green	Green	Purple	Purple	Green	Pea purple	Purple
Ear	Earring time	Oct.	Aug.	Oct.	Oct.	Oct.	Nov.	Oct.	Oct.	Nov.	Oct.	
	Ear stem	Short, 2-5 cm	Short, 3-6 cm	Shorter	Shorter	Long, 5-7 cm	Longer, 10-15 cm	Short, 6-8 cm	Shorter, 10-15 cm	Short, 10 cm	Shorter, 12-15 cm	
	Rachisbranch	Many, no second rachisbranch	Many, no second rachisbranch	Few, no second rachisbranch	Few, no second rachisbranch	No second rachisbranch	No second rachisbranch	No second rachisbranch	No second rachisbranch	No second rachisbranch	No second rachisbranch	
	Number of seeds	100 seeds/ear	120 seeds/ear	30-40 seeds/ear	30-40 seeds/ear	35-50 seeds/ear	30-40 seeds/ear	25-35 seeds/ear	20-30 seeds/ear	25-30 seeds/ear	20-30 seeds/ear	
	Color of arista	White	White	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	White	
	Stigma	Kelly	White	White	White	Kelly	Kelly	Kelly	Kelly	Kelly	Kelly	

https://www.sciengine.com/doi/10.3724/CBB-t26-171

把无偏差距离利用不加权平均分析法(UPGMA)进行聚类分析。从聚类树状图可以看出, 所有材料可以明显地划分为3组: 第1组是景洪普野; 第2组是元江普野; 第3组是栽培稻, 包括2个粳稻和2个籼稻。东乡普野先与景洪普野聚类, 而长雄普野最后与所有供试材料聚类。

2.4 RAPD和ISSR标记的相关性分析

对RAPD和ISSR标记的相似性系数矩阵进行相关性分析, 结果表明, RAPD和ISSR标记的相关系数为0.951, 呈极显著相关。这进一步验证了两种分子标记聚类结果的一致性。

3 讨论

本研究结果表明, 云南普通野生稻之间有较高的遗传多样性, 形态差异主要表现在柱头、籽粒、地上茎节、抽穗期等。首先景洪普野芒的颜色有白芒和红芒之分, 而元江普野均为红芒型; 其次籽粒的个数也存在较大的差异, 景洪普野的籽粒为90~120粒/穗, 元江普野的籽粒为20~50粒/穗; 同时景洪普野的植株高, 茎有匍匐和直立, 元江普通野生稻的植株低, 而分蘖力较强, 茎均匍匐; 另外, 两地普野的抽穗期明显不同, 景洪绿杆在8月上旬抽穗, 而其它如紫杆在10月抽穗, 元江普野均在11月上旬抽穗。综合两种标记结果, 东乡普野先与景洪普野聚类, 再与元江普野聚在一起, 表明东乡普野与景洪普野亲缘关系比较近, 从而也说明云南普通野生稻之间有较大的分化。同时我们研究发现将景洪普野和元江普野移栽到同一温室, 前者能正常开花结实, 而后者无开花结实现象, 说明生长的环境对野生稻的生态和遗传结构有一定的影响。

从聚类结果中发现, 元江普通野生稻与籼稻和粳稻的遗传距离无明显差异, 这与Gao等(2002)和荆彦辉等(2005)的研究结果是一致的, 说明云南元江普通野生稻籼粳分化不明显。Morshima(1992)对元江、海南等地的考察认为: 元江普野是比较纯的原始普通野生稻之一。同时研究发现元江普野生长在海拔780 m的山坡上, 周围隔离自然较好。目前元江普野不断遭到破坏, 现今有分布在5个水塘的居群组成。采自非洲的长雄野生稻从形态上分析与其它供试材料有较大的差异, 同时分子标记也证实其遗传距离较远, 与栽培稻相似系数是0.51, 而与元江普野的相似系数是0.58, 表明长期的自然选择演化造成其差异较大。

传统上云南普通野生稻划分为4个类型(陈勇等,1993;戴陆园等,2001), 即景洪白芒型、景洪红芒型、直立型和元江普野。而本研究发现此分类存在疑问, 景洪普野在不同的生育时

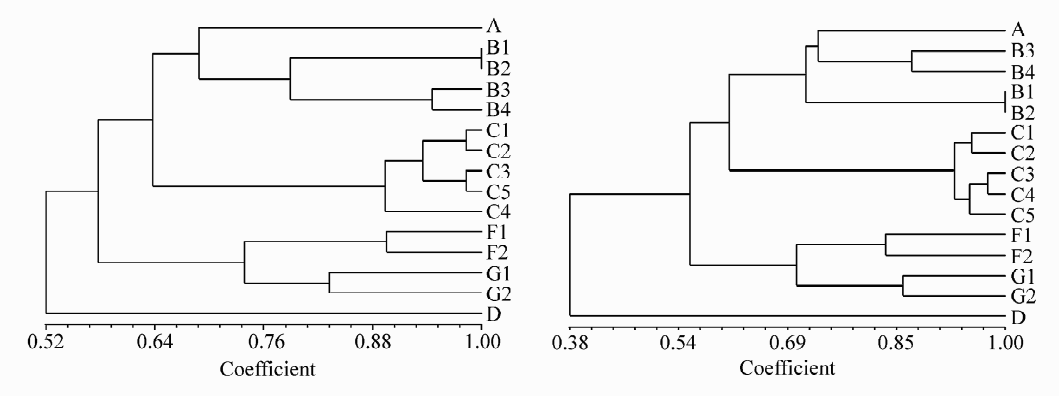


图 2 15个供试材料RAPD(左图)和ISSR(右图)的UPGMA聚类图 (材料编号同图1)

Fig. 2 The dendrogram of 15 samples of rice constructed by UPGMA (the number of materials are as same as those in Fig. 1)

https://www.sciengine.com/doi/10.3724/CBB-t26-171

期芒的颜色不稳定且有不同程度的变化,白芒型在抽穗后期芒逐渐变为浅红至暗红色,且芒基部有红点,因此以芒作为分类标准是不科学的。故我们建议把云南普通野生稻划分为以下4个类型: 元江类型, 景洪紫杆直立型、景洪绿杆直立型、景洪匍匐型。本研究的分子标记也支持上述观点。

参考文献

陈勇, 戴陆园, 廖新华 (1993). 云南稻种资源. 见: 中国稻种资源, 应存山主编. (北京: 中国农业科技出版社), pp.199-200.

戴陆园, 黄兴奇, 张金渝, 徐福荣, 叶昌荣, 庞汉华 (2001). 云南省野生稻资源保护现状. 植物遗传资源科学 **3,** 45-48.

范树国, 张再君, 刘林, 刘鸿先, 梁承邺 (2003). 中国野生稻的种类、地理分布及其生物学特性. 见: 面向21世纪的中国生物多样性保护——第三届全国生物多样性保护与持续利用研讨会论文集, 许智宏主编 (北京: 中国林业出版社), pp. 84-95.

高立志, 洪德元 (1999). 中国稻属研究的主要进展. 中国农业科学 **32(6),** 40-46.

何华勤, 贾小丽, 梁义元, 沈荔花, 宋碧清, 郭玉春, 梁康迳, 林文雄 (2004). RAPD 和 ISSR 标记对水稻化感种质资源遗传多态性的分析. 遗传学报 **31,** 888-894.

黄艳兰, 张乃群, 何光存, 舒理慧, 廖兰杰, 祝莉莉 (1999). 我国三种野生稻及其与栽培稻种间杂种外稃表面显微特征的比较观察. 中国水稻科学 **13,**77-80.

荆彦辉, 孙传清, 王象坤 (2005). 云南元江普通野生稻穗颈维管束和穗部性状的 QTL 分析. 遗传学报 **22,** 178-182.

卢宝荣 (1998). 稻种遗传资源多样性的开发利用和保护. 生物多样性 **6,** 63-72.

卢宝荣 (2001). 稻属分类的现状及存在的问题. 植物分类学报 **39,** 373-388.

张乃群 (2002).稻属种间关系研究综论. 南阳师范学院学报(自然科学版) **6,** 61-66.

Clark, M.S. (顾红雅, 瞿礼嘉译) (1998). 植物分子生物学实验手册. (北京: 高等教育出版社), pp.3-11.

Cheng, Z.Q., Huang, X.Q., Zhang, Y.Z., Qian, J., Yang, M.Z., Wu, C.J., and Liu, J.M. (2005). Diversity in the content of some nutritional components in husked seeds of three wild rice species and rice varieties in Yunnan province of China. J. Integ. Plant Biol. **47,** 1260-1270.

Gao, L.Z., Ge, S., and Hong, D.Y. (2002). Allozyme variation and conservation genetics of common wild rice in Yunnan, China. Euphytica **124,** 273-281.

Ge, S., Oliveira, G.C., Schaal, B.A., Gao, L.Z., and Hong, D.Y. (1999). RAPD variation within and between natural populations of the wild rice *Oryza rufipogon* from China and Brazil. Heredity **82,** 638-644.

Morshima, H. (1992). An Observation of Wild Rice Population in Hainan and Yuanjiang China. (Mishima: Report of the Nation Institute of Genetics), pp. 249-264.

Xie, Z.W., Ge, S., and Hong, D.Y. (1999). Preparation of DNA from silica gel dried mini-amount of leaves of *Oryza rufipogon* for RAPD study and total DNA bank construction. Acta Bot. Sin. **42,** 807-812.

(责任编辑: 白羽红)

https://www.sciengine.com/doi/10.3724/CBB-t26-171