

有机大米产业化与野生稻种质利用

陈成斌, 张 烨, 梁云涛, 徐志健, 曾华忠, 梁世春, 赖群珍, 罗毓喜

(广西农业科学院水稻研究所, 南宁 530007)

摘要:针对有机大米产量明显低于普通大米的问题, 本文论述了有机大米产业化与野生稻优异种质利用的关系, 分析了野生稻优异基因利用现状、目前存在的问题以及解决问题的途径。提出在有机水稻品种选育过程中, 通过利用野生稻优异基因, 提高有机水稻品种抗病虫性、抗逆性(耐寒、耐旱、耐贫瘠)和光合效率等特性, 从而推动野生稻优异种质利用, 提高企业经济效益, 解决化学物质残留和污染等问题。

关键词:有机大米; 产业化; 野生稻种质; 利用

Relationship between Industrialization of Organic Rice and Application of Wild Rice Germplasm Resources

CHEN Cheng-bin, ZHANG Ye, LIANG Yun-tao, XU Zhi-jian, ZENG Hua-zhong,

LIANG Shi-chun, LAI Qun-zhen, LUO Yu-xi

(Rice Research Institute, Guangxi Academy of Agricultural Sciences, Nanning 530007)

Abstract: The yield of organic rice production was significantly lower than that of common rice at present. The relationship between industrialization of organic rice and application of excellent wild rice germplasm was discussed in this paper. The status quo of the use of wild rice excellent genes, the current problems and the methods to resolve the problems were also analyzed. Application of superior genes of wild rice could improve organic rice resistant to diseases and insect pests, resistance to cold, drought resistance, poor, and improve the photosynthetic efficiency in the process of organic rice breeding.

Key words: Organic rice; Industrialization; Wild rice germplasm; Application

随着生活水平不断提高, 人们对生活消费品的要求越来越高。近年来, 国内大米市场已悄然发生变化, 虽然有机大米价格数倍于普通大米, 但因其农药残留少、口感好正逐渐受到消费者的青睐。生产有机大米是提高农民与加工企业经济效益的有效途径, 也是今后大米生产发展的重点领域之一, 值得深入研究。目前生产中应用的有机水稻品种都是普通水稻优质米品种(或杂交稻组合)通过有机生产过程的认证而获得生产许可及产品销售许可。然而, 有机生产过程使稻谷产量减产相当严重, 常规生产的稻谷产量大约为 $500\text{kg}/667\text{m}^2$, 而有机生产的稻谷产量一般在 $300\text{kg}/667\text{m}^2$ 左右, 减产近 40%。主要原因是有机大米生产中不能使用化肥、化学农药,

所使用的水稻品种或组合的抗病虫性、抗逆性差, 导致在种植过程中因病虫害、自然环境因素等影响水稻减产。野生稻遗传背景丰富, 长期生长在自然环境中, 经过恶劣的自然条件选择, 因此其中包含有许多具有抗逆、抗病虫性强或米质优的优异种质资源。因此, 要提高有机大米稻谷产量, 除了要认真做好水稻栽培技术改进外, 最经济有效的办法是充分利用野生稻种质的优异基因, 培育专用的有机水稻新品种(或组合), 全面提高有机水稻品种(或组合)的抗逆性、抗病虫性和光合效率, 从而提高大米品质和产量。为了能在有机米产业化过程中充分发挥野生稻种质资源的优势, 本文以有机米生产现状存在的问题为切入点, 全面论述了有机米生产与野生稻优异

收稿日期: 2008-07-25

修回日期: 2009-10-28

基金项目: 国家自然科技资源共享平台(2005DKA21002-02); 农业部农作物种质资源保护项目(NB08-2130135-15)

作者简介: 陈成斌, 研究员, 长期从事植物遗传资源与生物技术研究工作。E-mail: wildrice@163.com

种质利用间的关系,分析了存在的问题,并提出了解决的方法和途径,对今后野生稻种质资源在有机米生产中的进一步应用提出建设性意见。

1 提高有机大米品种综合农艺性状

有机大米生产过程主要包括有机种植生产、有机产品加工、有机标识和销售以及有机产品管理体系等几方面^[1]。其中,有机大米种植生产、有机产品加工与野生稻优异基因有着密切关系。利用野生稻种质资源中的优异基因能有效地、全面地提高有机大米品种的农艺性状。

1.1 提高有机大米品种的抗逆性

有机大米生产要选用符合有机生产标准的优良品种(或组合)。因为生产种植过程中严禁使用化学合成的肥料和城市污水污泥,严格控制矿物肥料等的施用,在这种条件下种植生产有机大米,对品种(组合)的要求很高。目前,常规生产中的品种均不符合有机大米生产的高标准要求。要提高有机大米生产的产量水平,首先要提高有机大米生产品种的抗逆性,特别是耐贫瘠性、耐干旱性、耐寒性。目前,在野生稻种质资源中已发现许多强耐贫瘠、耐干旱、耐寒等优异基因。20 世纪初,丁颖教授利用具有强抗逆性的普通野生稻育成栽培稻品种中山 1 号,比对照品种增产 30%,该种质在育种和生产上的利用已长达半个多世纪,是世界育种史上的一个奇迹^[2-3]。利用野生稻优异种质培育有机大米专用品种(组合),将有利于提高有机大米品种(组合)的丰产性、适应性,增产增收,提高农民和企业的经济效益。

1.2 提高有机大米品种的抗病虫性

由于有机大米生产过程禁止使用化学农药,难免会发生严重的病虫害,造成减产甚至失收。而野生稻种质资源中含有许多高抗、免疫病虫害的基因,如高抗白叶枯病的 *Xa-21*、*Xa-23* 抗性基因。目前,白叶枯病抗性基因的利用已基本解决了白叶枯病严重危害水稻的问题,这也是培育有机大米优良新品种的宝贵基因源。

根据广西野生稻抗病虫性鉴定结果,野生稻中存在 1 级以上的抗源^[4-5](表 1)。从表 1 可以看出,广西普通野生稻资源中包含有免疫穗颈瘟、高抗稻叶瘟病、白叶枯病、褐飞虱以及稻瘰蚊的优异种质材料,并从中鉴定出广谱高抗白叶枯病的 *Xa-23* 基因,现已广泛应用于育种实践;在药用野生稻资源中也已鉴定出许多免疫褐飞虱、白背飞虱的抗源材料。国际水稻研究所(IRRI)的鉴定发现,在尼瓦拉野生稻中含有抗草状矮缩病基因 *GS*,20 世纪 70 年代 *GS* 基因的成功利用解决了东南亚严重危害水稻生产的草状矮缩病问题;在长雄蕊野生稻中含有高抗白叶枯病的 *Xa-21* 基因,并且还发现野生稻抗虫性比栽培稻高几十倍(表 2)^[6]。由表 1、表 2 可知,在野生稻种质资源中抗病虫种质比栽培稻多,而且抗级较高。如果成功利用这些优异种质培育有机大米新品种,将会大幅度提高新品种的抗病虫性,即使不使用化学农药也能有效控制病虫害的大规模发生,避免大幅减产,同时也减少生产过程的环境污染,这对有机大米的产业化生产具有重大意义。

表 1 广西野生稻抗病虫性鉴定结果统计

Table 1 Identification result of resistance of wild rice in Guangxi to disease and insects

稻种 Species	病虫害 Disease and insects	参试样品数 Number of accessions	抗性级别 Resistance level					
			0 级(%)	1 级(%)	3 级(%)	5 级(%)	7 级(%)	9 级(%)
普通野生稻 <i>O. rufiogong</i>	稻叶瘟病	1532	0	0.46	11.29	65.20	20.35	2.69
	穗颈瘟病	1446	0.14	0	0.41	3.11	18.84	76.49
	白叶枯病	1511	0	0.13	2.58	15.55	52.88	28.68
	褐飞虱	1163	0	0	0.17	2.32	12.30	85.21
	白背飞虱	1217	0	0	0	2.22	14.54	83.24
	稻瘰蚊	1186	0	0	0.08	0.59	23.61	75.72
药用野生稻 <i>O. officinali</i>	稻叶瘟病	199	0	0	36.68	59.30	4.02	0
	稻穗瘟病	197	2.03	0	0.51	7.61	20.30	69.54
	白叶枯病	199	0	0	5.03	92.46	2.51	0
	褐飞虱	198	1.52	44.95	44.95	7.07	1.01	0.51
	白背飞虱	198	23.23	36.36	334.8	6.57	0	0
	稻瘰蚊	182	0	0	0	0.55	42.86	56.59

表 2 野生稻与栽培稻抗性比较
Table 2 Comparison on resistance to insects between wild rice and cultivar (%)

害虫种类 Species of insects	栽培稻抗虫百分比 Percentage of insect-resistant in cultivated rice	IRRI 的野生稻抗虫百分比 Percentage of insect-resistant in wild rice in IRRI
褐飞虱 I 型	0.91	48.00
褐飞虱 II 型	1.41	39.10
褐飞虱 III 型	1.38	39.50
白背飞虱	0.80	37.70
叶蝉	—	49.10

1.3 推进有机大米品种的优质化发展

有机大米产品要求大米品质优良,一般情况下大米品质在部颁优质米二级以上,以一级米为主。利用野生稻资源中的优异种质培育优质有机大米,是促进有机大米品种优质化的有效途径。米粒外观品质和蛋白质含量是决定大米品质的两项重要指标,其中蛋白质含量达到 15% 以上的属于高蛋白含量范畴。根据已完成的品质鉴定显示,普通野生稻种质资源中外观米质优的种质占 38.65%,高蛋白含量种质占 5.7%;疣粒野生稻中米质优的种质占 47.41%;药用野生稻中高蛋白含量的种质占 83.7%,外观米质优的种质占 2.21% (表 3)。从表 3 看到,在野生稻资源中有很多种质材料的蛋白质含量比栽培稻品种高 1 倍,其中,药用野生稻和短舌野生稻资源中分别高达 83.7% 和 57.1% 的种质为高蛋白材料^[3-4]。如果把野生稻高蛋白基因、外观米质优的基因聚合到有机大米新品种中,改良新品种的品质特征,将可大幅度提高有机大米产品的营养价值和经济价值,以及市场竞争力。“十五”计划以来,国家种质南宁野生稻圃利用野生稻高蛋白种质材料与优质稻、香稻杂交,已经获得外观米质优、蛋白含量高的后代材料^[7]。

1.4 推进有机大米功能品种选育

随着国民生活水平的提高,人们也日益重视自身的健康问题。培育具有特殊保健功能的有机大米品种,生产具有特殊保健功能的有机大米产品,将受到人们的欢迎。野生稻种质资源中有许多特殊种质材料,例如红色种皮的种质,如果与栽培稻的黑米品种杂交,可以培育出优质高产的水稻优良新品种;还可利用野生稻种质资源中富含

表 3 栽培稻和部分野生稻种的蛋白质含量
Table 3 Protein content of grain of cultivated rice and part of wild rice (%)

稻种 Species	蛋白质含量 Protein content	高蛋白种质材料的比例 Proportion of high-protein accessions in wild rice
普通野生稻 <i>O. rufipogong</i>	8.5 ~ 17.9	5.7
药用野生稻 <i>O. officinalis</i>	12.8 ~ 22.3	83.7
尼瓦拉野生稻 <i>O. nivara</i>	8.9 ~ 21.1	56.9
阔叶野生稻 <i>O. latifolia</i>	11.6 ~ 15.0	4.3
短舌野生稻 <i>O. barthii</i>	10.8 ~ 17.5	57.1
展颖野生稻 <i>O. glumaepatula</i>	11.5 ~ 14.2	0
斑点野生稻 <i>O. punctata</i>	11.4 ~ 14.2	0
紧穗野生稻 <i>O. coarctata</i>	13.6 ~ 14.2	0
高秆野生稻 <i>O. alta</i>	10.2 ~ 15.0	0
澳洲野生稻 <i>O. australiensis</i>	13.5 ~ 16.3	50.0
栽培稻 <i>O. sativa</i>	5.0 ~ 15.0	—

维生素、高铁、高锌、高钙等优异种质,培育具有特殊保健功能的新品种。在有机大米生产中应用这些新品种,将会推动有机大米功能品种选育及特殊保健产品的产业化。

1.5 提高有机大米品种的耐重金属性

根据复旦大学生命科学院的报道,云南普通野生稻在磷素活化、铝离子纯化与离子分配上具有优势,如根系分泌酸性磷酸酶、根分泌有机酸及苹果酸脱氢酶活性明显较高,能减轻酸性土壤中磷素短缺与铝毒对稻株的危害,在缺磷的土壤环境中能良好生长。利用野生稻耐重金属种质,培养有机大米品种,对提高其产品质量具有实用意义。

野生稻在分类学上有 21 个稻种,除了上述优异种质可以利用外,还有许多优良种质,如强分蘖力、大穗粒多、大花药、大柱头等优良农艺性状的种质都能为有机大米新品种的选育提供宝贵的基因源。

2 野生稻种质在有机大米品种育种中应用的技术方法

野生稻优异种质基因在水稻育种中成功利用的例子很多,但是利用野生稻优异种质专门进行有机大米品种育种的报道不多。根据水稻育种经验,野生稻优异种质在有机大米品种育种中应用的技术有以下几方面。

2.1 有性杂交育种技术

水稻有性杂交育种技术在 20 世纪初就已经开始应用,并取得了辉煌的成就。在有机大米品种的培育中,有性杂交育种技术仍然是最简单最有效的育种技术方法。目前,成功与栽培稻杂交的野生稻有 11 个种(表 4),占有野生稻种的 47.62%。

表 4 与亚洲栽培稻杂交成功的野生稻种
Table 4 Wild rice success in hybriding with *O. sativa*

野生稻种 Species of wild rice	基因组 Genome	杂交结果 Hybrid progeny
普通野生稻 <i>O. rufipogong</i>	AA	品种、不育系、 恢复系、中间材料
尼瓦拉野生稻 <i>O. nivara</i>	AA	抗病品种
长雄蕊野生稻 <i>O. longistaminata</i>	AA	抗病材料
药用野生稻 <i>O. officinalis</i>	CC BBCC	抗病虫材料
斑点野生稻 <i>O. punctata</i>	BB BBCC	抗病材料
阔叶野生稻 <i>O. latifolia</i>	CCDD	抗病虫材料
高秆野生稻 <i>O. alta</i>	CCDD	后代材料
澳洲野生稻 <i>O. australiensis</i>	EE	后代材料
颗粒野生稻 <i>O. granulata</i>	GG	回交材料
小粒野生稻 <i>O. minuta</i>	BBCC	回交材料
密穗野生稻 <i>O. coarctata</i>	2n = 48	回交材料

通过有性杂交育种技术,利用普通野生稻、尼瓦拉野生稻优异种质育成的优良新品种(组合)已在生产上应用。袁隆平院士^[8]利用普通野生稻的雄性不育基因,实现了杂交水稻三系配套,使每年杂交水稻种植面积占全国水稻面积一半以上。因此,有性杂交育种技术是利用野生稻优异种质的有效技术方法。

2.2 细胞工程育种技术

20 世纪 70 年代,以花药培养单倍体育种技术

为代表的细胞工程育种在我国取得了显著成就,育成的水稻优良品种花育 1 号、单丰 1 号、单粳 1 号等在生产上大面积推广应用,取得显著增产的效果^[9-10]。20 世纪 80 年代中国农业科学院与广西农业科学院品种资源研究室(所)、武汉大学生物系合作,开展普通野生稻花药培养纯系研究,取得重大进展^[4-5],获得一批抗白叶枯病、抗稻瘟病、耐寒性强、米质优的野生稻纯系。笔者研究开创了普通野生稻花药培养一次成苗技术,并研究出普通野生稻花药诱导率最高的 YD 培养基,使我国普通野生稻花药培养技术日趋成熟。花药培养单倍体育种技术也可以在有机大米品种培育上应用。

细胞工程育种技术的胚挽救技术、细胞融合技术等能解决种间远缘杂交不亲和问题,扩大育种遗传基础,提高突破性育种的成功几率。

2.3 分子育种技术

植物分子育种技术首先由我国遗传学家周光宇先生在 20 世纪 70 年代提出,并在棉花、水稻等作物育种上首先取得突破。1986-1990 年广西农科院与上海生化所合作,利用分子生物学技术把药用野生稻 GX1686 的 DNA 导入受体材料栽培稻中铁 31 号,培育出高产、优质、抗病、高光效的特异糯稻新品种桂 D1 号和耐旱高产籼稻桂 D2 号,比受体亲本增产 25.8%,该研究是首次成功将 CC 染色体组的药用野生稻优异基因导入栽培稻;孙希平等^[11]将通过花粉管通道法将普通野生生物 DNA 导入宁夏水稻品种宁梗 16 号、宁梗 23 号中,获得外源 DNA 导入系。这些野生稻优异种质资源在水稻育种中的应用提供了一条快捷有效的途径。因此,分子育种技术也可以在有机大米品种选育中应用。

3 利用野生稻种质培育有机大米新品种存在的困难

利用野生稻优异种质能有效推动有机大米的产业化发展,但在常规育种技术范围内利用野生稻优异种质基因存在以下技术难题。

3.1 有性杂交不亲和与后代不育

21 个野生稻种中分别含有 9 种染色体组,其中只有 6 个野生稻种的染色体组与亚洲栽培稻相同为 AA 染色体组,即普通野生稻(*O. rufipogong*)、尼瓦拉野生稻(*O. nivara*)、长雄蕊野生稻(*O. longistaminata*)、宿根野生稻(*O. barthii*)、展颖野生稻(*O. glumaepatula*)和南方野生稻(*O. meridionalis*)。除了上述 6 个野生稻种,其余野生稻种与

栽培稻杂交都存在严重的不亲和性。杂交后代的育性严重降低,有些后代表现全不育,极难得到杂种后代,严重阻碍了育种进程^[12]。因此,杂交不亲和性与后代不育是利用野生稻种质培育有机大米品种的一个技术难题。

3.2 有性杂交后代疯狂分离

野生稻与栽培稻有性杂交属于种间远缘杂交,由于染色体基因组的遗传背景差异大,杂种后代的每个世代都疯狂分离,自交繁殖 8 代以上才出现稳定株系^[13]。根据广西李丁民研究员、莫永生教授等水稻育种家的经验,野栽杂交种一般需自交 15 代左右才能育成新品种。所以,野栽杂交后代疯狂分离也是利用野生稻种质培育有机大米新品种的一个技术难题。

3.3 杂种后代优异性状聚合几率低

在野生稻资源中除了含有许多优异基因外,同时还存在许多不利于农业生产的基因,而且有些优异基因与不利基因紧密连锁,以及优异基因分散存在,因此通过常规杂交育种将优异性状聚合到一个植株个体的几率很低。水稻育种家认为至少在杂种后代 90.0 万~150.0 万单株中才能选育出 1 个优良单株。因此,提高野栽杂交的优异性状聚合几率也是利用野生稻种质进行有机大米新品种培育的一个技术难题。

3.4 转基因技术应用的严格控制

在中华人民共和国国家标准中规定:“禁止在有机生产体系或有机产品中引入或使用转基因生物及其衍生物,包括植物、动物、种子、繁殖材料及肥料、土壤改良物质、植物保护产品等农业投入物质。存在平行生产的农场,常规生产部分也不得引入或使用转基因生物。”这就明文规定转基因技术不能在有机大米品种选育过程中应用。就目前的育种技术而言,很难利用非 AA 染色体组的野生稻种质,这给野生稻优异种质在有机大米育种中利用带来很大的困难。

4 展望

有机大米产品可以给农民和企业带来巨大的经济效益,存在大幅度增加收入的空间,是大米生产发展的重要方向,应引起育种家、企业家的高度重视,共同加速有机大米产业化发展。

4.1 充分利用丰富的稻种资源

我国拥有大量的稻种资源,目前国家种质库保存有稻种资源 71966 份^[14],其中有许多特异品种在

有机大米生产要求的条件下能实现高产稳产。采用短期筛选评价的方法在各个有机大米生产基地集中鉴定评价,可以很快选出适应各地生产要求的品种。这是目前解决有机大米产业高产优良品种不足的应急措施。

此外,我国每年都有许多新品种(组合)通过水稻区域试验。目前生产上应用的优良组合中有许多含有野生稻种质基因的组合,可以通过集中大量筛选的办法,在有机大米生产基地筛选鉴定,从中评价出一批适应有机大米生产条件的优良品种(组合)用于有机大米生产,迅速提高有机大米的产量,充分发挥国家稻种资源丰富的优势,加速我国有机大米产业化发展。

4.2 加强利用野生稻优异种质的有机大米品种育种研究

利用野生稻优异种质资源培育有机大米新品种的育种过程较长,应尽早有计划有组织地开展研究。国家、地方科研管理部门应加大对有机大米品种培育的科研投入,组织国家、地方各级科研院校的有力量共同攻关,解决育种技术难题,加速野生稻优异种质在有机大米品种育种中的应用,早出品种,早日推广应用。

4.3 利用育种新技术加快有机大米新品种选育进程

针对利用优异野生稻资源选育优质有机大米品种过程中遇到的技术难题,应充分应用分子生物学技术和细胞工程技术最新发展的成果加以解决。野生稻种质资源含有许多控制优良农艺性状和品质性状的主效基因和 QTL 位点,但难以在有机大米品种中聚合应用。现在,随着分子标记技术飞速发展,分子标记的使用越来越高效便捷,各类分子标记在水稻基因组上分布的密度也逐渐加大。同时,多种野生稻染色体组测序计划已经完成^[15]。可以利用分子标记和生物信息学技术精细定位野生稻中的优异基因,然后通过分子标记辅助育种途径聚合多个目标基因并导入到受体材料中,从而培育出高产优质的有机大米新品种。这样不仅可以加快育种进程,而且避免了国家标准中有关规定对转基因技术和产品的限制。

野生稻难以和栽培稻杂交以及杂交后代疯狂分离的问题是有效利用野生稻优异种质资源的一个技术瓶颈,目前为止仍主要是采用胚挽救、单倍体培养等细胞工程技术加以克服。近年,细胞工程技术快速发展,现已逐渐成熟,成功率越来越高。因此可以

利用细胞工程新技术快速获得野栽杂交的纯合后代,结合使用分子标记进行鉴定筛选,从而加快获得野栽杂交纯系的进程。

4.4 及早制定国家有机大米产品生产技术标准

目前我国仅有有机产品的国家标准,没有有机大米产品的生产技术标准。市场上有机大米产品都是各企业按自己的标准生产,造成许多产品不符合有机产品的标准要求,未达到食用有机大米的保健目的。在某种意义上,这破坏了有机大米的名誉,长此下去则会破坏有机大米产业化发展,具有很大的危害性。应及早制定我国有机大米产品生产技术标准,解决有机大米产品生产、加工、储运、销售、管理过程的技术难题,规范技术行为,促进有机大米产业化健康快速发展。

4.5 加强技术培训和检查监督

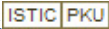
在制定国家有机大米生产技术标准同时做好技术培训,以提高各企业的技术水平,从而提高我国有机大米产品质量,加快产业化发展步伐,开拓国内外市场。此外,要及早建立健全有机大米产品监测系统与管理系统,按国家行业的技术标准加强产品监测监督和管理监督,保证有机大米产业化健康快速发展,变野生稻种质资源优势为产业化优势。

参考文献

- [1] 杜相革,王慧敏.有机农业概论[M].北京:中国农业大学出版社,2001:8
- [2] 《丁颖稻作论文选集》编辑组.丁颖稻作论文选集[C].北京:农业出版社,1983
- [3] 林世成,闵绍楷.中国水稻品种及其系谱[M].上海:上海科学技术出版社,1991:3
- [4] 庞汉华,陈成斌.中国野生稻资源[M].南宁:广西科学技术出版社,2002:12
- [5] 陈成斌.广西野生稻资源研究[M].南宁:广西民族出版社,2005:8
- [6] 杨庆文,陈大洲.中国野生稻研究与利用[C]//第一届全国野生稻大会论文集.北京:气象出版社,2004
- [7] 黄娟,梁世春,徐志健,等.广西野生稻种质在高蛋白育种中的应用初探[J].广西农业科学,2006,37(1):1-3
- [8] 袁隆平.杂交水稻学[M].北京:中国农业出版社,2002
- [9] 天津市农业科学研究所.应用花粉培养育成花育1号、2号[J].遗传学报,1976,3(1):19-23
- [10] 黑龙江省农业科学院作物育种研究所,松花江农业科学研究所.用花药培养法培育水稻新品种“单丰1号”的体会[J].植物学报,1975,17(4):268-272
- [11] 孙希平,柳哲胜,李树华,等.普通野生生物DNA导入栽培稻后代主要性状的遗传变异[J].植物遗传资源学报,2008,9(2):223-229
- [12] 祝剑峰,刘幼琪,王爱云,等.异源六倍体水稻AACDD和三倍体水稻ACD生殖特性的细胞胚胎学研究[J].植物遗传资源学报,2008,9(3):350-357
- [13] 李金泉,杨秀青,卢水根.水稻中山1号及其衍生品种选育和推广的回顾与启示[J].植物遗传资源学报,2009,10(2):317-323
- [14] 农业部科教司.中国农业生物多样性保护与可持续利用现状[M].北京:气象出版社,2000
- [15] 汤圣祥,魏光华,徐群.国外对野生稻资源的评价和利用进展[J].植物遗传资源学报,2008,9(2):223-229

作者：[陈成斌](#)，[张烨](#)，[梁云涛](#)，[徐志健](#)，[曾华忠](#)，[梁世春](#)，[赖群珍](#)，[罗毓喜](#)，[CHEN Cheng-bin](#)，[ZHANG Ye](#)，[LIANG Yun-tao](#)，[XU Zhi-jian](#)，[ZENG Hua-zhong](#)，[LIANG Shi-chun](#)，[LAI Qun-zhen](#)，[LUO Yu-xi](#)

作者单位：[广西农业科学院水稻研究所](#)，[南宁](#)，[530007](#)

刊名：[植物遗传资源学报](#) 

英文刊名：[JOURNAL OF PLANT GENETIC RESOURCES](#)

年，卷(期)：[2010](#)，[11](#) (3)

被引用次数：[1次](#)

参考文献(15条)

1. [天津市农业科学研究所](#) [应用花粉培养育成花育1号、2号](#) 1976 (01)
2. [袁隆平](#) [杂交水稻学](#) 2002
3. [黄娟](#); [梁世春](#); [徐志健](#) [广西野生稻种质在高蛋白育种中的应用初探](#) [期刊论文]-[广西农业科学](#) 2006 (01)
4. [杨庆文](#); [陈大洲](#) [中国野生稻研究与利用](#) 2004
5. [陈成斌](#) [广西野生稻资源研究](#) 2005
6. [庞汉华](#); [陈成斌](#) [中国野生稻资源](#) 2002
7. [林世成](#); [闵绍楷](#) [中国水稻品种及其系谱](#) 1991
8. [《丁颖稻作论文选集》编辑组](#) [丁颖稻作论文选集](#) 1983
9. [汤圣祥](#); [魏光华](#); [徐群](#) [国外对野生稻资源的评价和利用进展](#) [期刊论文]-[植物遗传资源学报](#) 2008 (02)
10. [农业部科教司](#) [中国农业生物多样性保护与可持续利用现状](#) 2000
11. [李金泉](#); [杨秀青](#); [卢永根](#) [水稻中山1号及其衍生品种选育和推广的回顾与启示](#) [期刊论文]-[植物遗传资源学报](#) 2009 (02)
12. [祝剑峰](#); [刘幼琪](#); [王爱云](#) [异源六倍体水稻AACDD和三倍体水稻ACD生殖特性的细胞胚胎学研究](#) [期刊论文]-[植物遗传资源学报](#) 2008 (03)
13. [孙希平](#); [柳哲胜](#); [李树华](#) [普通野生生物DNA导入栽培稻后代主要性状的遗传变异](#) 2008 (02)
14. [黑龙江省农业科学院作物育种研究所](#); [松花江农业科学研究所](#) [用花药培养法培育水稻新品种“单丰1号”的体会](#) 1975 (04)
15. [杜相革](#); [王慧敏](#) [有机农业概论](#) 2001

引证文献(1条)

1. [谷长先](#); [陈庭木](#); [徐大勇](#); [潘启民](#); [高一枝](#) [雌性败育野生稻资源生物学特性及应用价值分析](#) [期刊论文]-[现代农业科技](#) 2010 (12)

本文链接：http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_zwyczyxb201003003.aspx