

地中海地区稻种资源的籼粳分类及遗传多样性

李丹婷, 夏秀忠, 农保选, 陆岗, 刘开强, 梁耀懋

(广西壮族自治区农业科学院水稻研究所, 南宁 530007)

摘要: 利用 SSR 标记及程氏综合指数法分析了 109 份从地中海引进的水稻种质资源的遗传多样性和籼粳类型, 同时利用籼粳测交法分析了其中 37 份资源的籼粳亲和性。结果表明, 大部分引进的水稻种质属粳稻类型, 基于 SSR 聚类、程氏综合指数法分析所确定的粳型品种数分别占引进种质的 80.73% 和 77.98%, 基于籼粳亲和性分类所确定的粳型品种数占供试 37 份资源的 75.68%。地中海稻种资源具有较高的遗传多样性, 平均有效等位基因数为 3.84 个, Nei 多样性指数平均值为 0.482, 其中籼稻群与粳稻群的 Nei 多样性指数分别为 0.459 和 0.340, 籼稻遗传多样性高于粳稻。研究结果对于科学引进、合理保存和有效利用国外水稻种质改良国内水稻品种具有指导意义。

关键词: 地中海; 稻种资源; 籼粳分类; 遗传多样性; 聚类分析

Ecotypes and Genetic Diversity of Rice Genetic Resources from the Mediterranean Area

LIDan-ting XIA Xiuzhong NONG Baoxuan LU Gang LIU Kaiqiang LIANG Yaomao

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

Abstract Genetic diversity and classification of *indica* and *japonica* for 109 accessions of rice from the Mediterranean area were studied by SSR markers and morphological traits. The results showed that 80.73% and 77.98% of the accessions were clustered into *japonica* group based on the two approaches, respectively, which means that most of the accessions of rice genetic resources from the Mediterranean area were *japonica* ecotype. 37 ones were selected from 109 accessions to evaluate the compatibility with *indica* and *japonica*. 75.68% of 37 accessions shown good compatibility to *japonica*. The Mediterranean rice had high genetic diversity with 3.84 average effective numbers of alleles (A_e) and 0.482 average Nei's genetic diversity index (H). The level of genetic diversity of *indica* group was higher than *japonica* group with Nei's genetic diversity index of 0.459 and 0.340, respectively. These results are useful for properly conserving and effectively using rice genetic resources from Mediterranean area.

Keywords The Mediterranean area; Rice resource; Classification of *indica* and *japonica*; Genetic diversity; Cluster analysis

水稻是关系到我国粮食安全和农业可持续发展的重要作物, 水稻基因资源是新品种选育、生物技术研究以及农业生产的物质基础。我国虽然保存着大量的水稻基因资源, 但现有的优异种质尚不能满足近期及长远水稻研究与育种应用的需要, 严重制约着我国农业研究及粮食生产的总体发展。因此, 引

进、评价和利用国外优异种质已成为我国水稻种质资源研究的当务之急^[1]。目前, 我国引进和应用的水稻种质主要来自国际水稻研究所 (IRRI)、日本、韩国以及东南亚国家或地区, 对改良我国水稻品种做出了重要贡献^[2-5], 而对地中海地区稻种资源的引进及利用还很少。因此, 引进和利用地中海地区水稻种质资

收稿日期: 2010-04-01 修回日期: 2010-09-11

基金项目: 国家科技支撑计划项目 (2006BAD13B01, 2007BAD68B01); 广西自然科学基金项目 (2010GXNSFD013035); 广西农业科学院科技发展基金项目 (200605); 广西农业科学院基本科研业务专项项目 [200806Z(基)]

作者简介: 李丹婷, 副研究员, 主要从事水稻种质资源及遗传育种研究。E-mail: lidanting@gxaas.net

源对于我国水稻品种改良具有重要意义。

地中海地区属温暖、干旱气候,其稻种资源由于特殊的地理和生态条件及人工选择等因素而形成了独特类型。目前,联合国粮农组织建立的地中海水稻协作网络(Med-Rice)收集和保存了意大利、西班牙、法国和埃及等17个地中海国家的水稻资源^[6],是地中海稻种资源的集中地。地中海地区的埃及、土耳其及葡萄牙等国的水稻产量可达10t/hm²,单产高且品质优^[7-9];意大利及西班牙等国的水稻资源类型丰富、遗传多样性高,且水稻品种的遗传多样性并没有因时间及育种的推进而降低^[10-12]。地中海地区稻种资源无论在形态还是遗传多样性上都有别于世界其他地区的水稻类型^[10-13]。

为有效研究和利用地中海国家的水稻资源,本研究于2006年从地中海水稻协作网络(Med-Rice)引进一批稻种资源,经在广西南宁试种后,发现该地区的水稻资源有些性状与国内稻种资源具有很好的互补性。本研究对这些稻种资源进行了农艺性状考察、程氏综合指数分类、SSR分子遗传多样性及籼粳亲和性分析,旨在系统鉴定和评价这些稻种资源,挖掘优异基因资源,为水稻遗传研究和育种利用提供依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

供试材料共113份,包括2个典型籼稻品种R36与南京11,2个典型粳稻品种日本晴与秋光,以及109份引自地中海水稻协作网的地中海地区水稻种质,主要来源于法国、意大利、西班牙、埃及、土耳其、摩洛哥等国。

所有供试材料于2007年种植于广西农科院内水稻试验基地,常规管理。

1.2 试验方法

1.2.1 形态性状调查 根据《水稻种质资源描述规范和数据标准》^[14]及程侃声等^[15]的籼粳分类方法,调查全部供试水稻种质的叶毛、稃毛、谷粒长宽比、穗轴第1-2节间距、酚反应以及抽穗时的颖壳色等6个形态性状,并把性状的文字描述或数量转化为0~4的数字形式,计算出各材料的程氏综合指数^[15]。

1.2.2 籼粳亲和性测验 根据供试材料的农艺性状及育种中的潜在利用价值,从109份地中海材料中选择37份与典型籼稻品种R36及典型粳稻品种秋光杂交,通过考察杂种F₁结实率,测定地中海材料的籼粳亲和性及亲和力。

1.2.3 SSR分子标记分析

参考已报道的文

献^[16-21],选择均匀分布于12条染色体上的31对已被证明在水稻种质中普遍存在多态性的SSR标记,分析113份供试材料的基因型。对于每一个SSR标记,每一条带看作一个等位基因,有则记为1,无则记为0。

DNA提取采用简易提取法^[22],模板经PCR扩增后用8%的非变性聚丙烯酰胺凝胶进行电泳分离,银染后观察检测,记录带型。

1.3 数据分析

用Popgen32软件计算有效等位基因数(*A_e*)、实际观察杂合度(*H_o*)、期望杂合度(*H_e*)、多态信息量(*PI_C*)、香农指数(*I*)和Nei多样性指数(*H*),用powmakeV3.25软件分析*PI_C*值并进行Neighbor-Joining聚类作图,其他数据分析用Excel软件完成。

2 结果与分析

2.1 地中海稻种资源的籼粳分类

根据地中海水稻种质的叶毛、稃毛、谷粒长宽比、穗轴第1-2节间距、酚反应以及抽穗时的颖壳色等6个形态性状的程氏综合指数以及所属籼粳类型,籼型对照IR36及南京11程氏综合指数分别为4和5,属于典型籼稻类型,粳型对照秋光及日本晴程氏综合指数为21和22,属于典型粳稻类型。供试的109份地中海水稻种质分为籼、偏籼、偏粳及粳4种类型(表1),其中以粳型(包括偏粳)居多,占引进地中海水稻种质总数的77.98%,籼型(包括偏籼)占总数的22.02%。从分类结果还可以看出,典型籼稻与典型粳稻之和仅占引进种质总数的44.04%,而中间类型(偏籼与偏粳类型之和)却占总数的55.96%。由此可见,引进的地中海水稻种质半数以上存在较多籼粳形质交错的现象,籼粳分化不明显。

表1 引进地中海水稻种质的程氏综合指数法分类

Table 1 The type of rice genetic resources from the Mediterranean area

程氏综合指数范围 Scores range of Cheng's index	籼粳类型 Sub-species	种质份数 No. of germplasm s	百分比(%) Percent
1~8	籼	6	5.51
9~13	偏籼	18	16.51
14~17	偏粳	43	39.45
18~24	粳	42	38.53
合计 Total		109	100.00

2.2 地中海稻种资源的 SSR 多样性分析

2.2.1 地中海稻种资源的 SSR 位点多样性 利用 31对 SSR 引物在 109份地中海材料中共检测到 119个等位基因。有效等位基因数量 (A_e) 范围 2~ 8个, 平均每个位点 3.84个。实际观察杂合度平均值为 0.022, 期望杂合度平均值为 0.484。多态信息量 PIC 值范围 0.177~ 0.769, 平均值为 0.433。Nei多

样性指数范围为 0.197~ 0.798, 平均值为 0.482。香农指数在 0.348~ 1.744之间, 平均值为 0.888 (表 2)。由于 Nei多样性指数反映的是等位基因数和等位函数, 具较高数值的 SSR 引物有较高的检测效率。其中, 引物 $RM11$ 、 $RM234$ 、 $RM206$ 、 $RM144$ 、 $RM251$ 能检测到较高 PIC 、 H 和 I 值, 是开展地中海水稻种质鉴定和遗传多样性分析的有效标记。

表 2 109份地中海水稻种质在 31个 SSR 位点的遗传多样性信息

Table 2 Genetic diversity parameters of 109 rice resources from the Mediterranean area using 31 SSR markers

SSR 引物 Primer	染色体 Chr	有效等位基因数量 A_e	实际观察杂合度 H_o	期望杂合度 H_e	多态信息量 PIC	Nei多样性指数 H	香农指数 I
$RM104$	1	2	0.000	0.355	0.291	0.354	0.539
$RM128$	1	2	0.027	0.265	0.229	0.264	0.433
$RM312$	1	2	0.000	0.392	0.314	0.391	0.579
$RM490$	1	5	0.035	0.657	0.585	0.654	1.171
$RM324$	2	5	0.124	0.408	0.390	0.407	0.881
$RM16$	3	4	0.044	0.323	0.282	0.321	0.577
$RM130$	3	2	0.000	0.372	0.302	0.370	0.557
$RM175$	3	3	0.031	0.491	0.383	0.488	0.735
$RM132$	3	2	0.000	0.324	0.270	0.322	0.503
$RM251$	3	6	0.000	0.746	0.705	0.742	1.533
$RM471$	4	6	0.037	0.587	0.519	0.584	1.111
$RM273$	4	3	0.050	0.430	0.377	0.427	0.743
$RM153$	5	4	0.000	0.444	0.372	0.442	0.744
$RM274$	5	4	0.009	0.360	0.320	0.358	0.666
$RM5994$	5	2	0.009	0.198	0.177	0.197	0.348
$RM305$	5	2	0.000	0.254	0.221	0.252	0.420
$RM494$	6	3	0.009	0.668	0.591	0.665	1.096
$RM11$	7	7	0.009	0.753	0.717	0.750	1.610
$RM234$	7	8	0.000	0.802	0.769	0.798	1.744
$RM134$	7	2	0.000	0.273	0.235	0.271	0.443
$RM408$	8	3	0.000	0.489	0.414	0.487	0.807
$RM284$	8	4	0.010	0.548	0.479	0.545	0.969
$RM447$	8	3	0.089	0.584	0.511	0.581	0.971
$RM219$	9	5	0.021	0.651	0.597	0.648	1.241
$RM201$	9	5	0.031	0.545	0.512	0.542	1.109
$RM205$	9	3	0.000	0.300	0.259	0.299	0.507
$RM434$	9	3	0.000	0.329	0.293	0.327	0.591
$RM496$	10	5	0.000	0.672	0.624	0.669	1.306
$RM206$	11	6	0.082	0.788	0.754	0.784	1.652
$RM144$	11	6	0.058	0.721	0.685	0.717	1.510
$RM17$	12	2	0.018	0.275	0.236	0.274	0.446
平均 Mean		3.84	0.022	0.484	0.433	0.482	0.888

A_e : Effective number of alleles; H_o : Observed heterozygosity; H_e : Expected heterozygosity; PIC : Polymorphic information content; H : Nei gene diversity index; I : Shannon's index, the same as below

2.2.2 基于 SSR 标记的地中海稻种资源的聚类分析 根据 113份供试材料在 31个 SSR 位点的基因型, 对籼粳对照品种以及 109份地中海稻种资源进

行聚类分析 (图 1)。结果表明: 供试 113份材料非常明显地聚成 2大群, 其中典型籼稻品种 IR36 南京 11 与 21份地中海材料聚成一群, 称之为籼稻类

群, 聚入籼稻类群的地中海水稻种质占总数的 19.27%; 而典型粳稻品种日本晴、秋光与 88 份地中海材料聚在另一群, 称之为粳稻类群, 聚入粳稻类群的地中海水稻种质占总数的 80.73%。

对由 SSR 聚类以及程氏综合指数籼粳分类 2 种方法所产生的籼粳类群进行比较分析后发现, 包括籼粳对照在内的 82 份水稻种质 (占有供试材料的 72.57%) 在 2 种方法中分类结果一致, 即程氏分类中籼型 (包括偏籼) 或粳型 (包括偏粳) 在 SSR

聚类中仍被聚入籼型或粳型。程氏分类系统中, 除了 1 份典型籼稻和 3 份典型粳稻在 SSR 聚类中被聚入相反类群外, 包括籼粳对照在内的其余典型籼稻及典型粳稻在 SSR 聚类中均被聚入相应类群。对于程氏分类系统中表现中间类型的偏籼或偏粳材料, 则在 SSR 聚类中出现较多不一致, 11 份在程氏分类中划为偏粳的材料在 SSR 聚类时被聚入籼稻类群, 16 份在程氏分类中划为偏籼的材料在 SSR 聚类时被聚入粳稻类群。

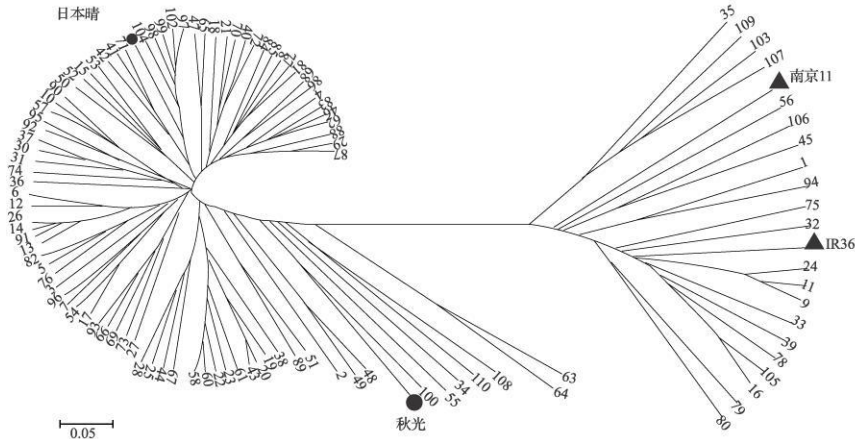


图 1 113 份供试种质材料的 Neighbor-Joining 聚类图

Fig 1 Neighbor-Joining clustering of 113 rice resources based on 31 SSR markers

▲: 籼稻南京 11 与 IR36 ●: 粳稻日本晴与秋光

▲: *Indica* Nanjing 11 and IR36 ●: *Japonica* Nipponbare and Ak-hikari

根据 SSR 标记对地中海稻种资源的聚类结果, 将其分为籼型及粳型 2 大群, 分别统计并比较籼粳两群的 SSR 标记遗传多样性参数 (表 3)。由表 3 可

以看出, 籼稻类群的平均遗传距离、有效等位基因数、PIC 平均值、 H 以及 I 均高于粳稻类群, 可见地中海地区籼稻的遗传多样性高于粳稻。

表 3 地中海地区籼稻与粳稻的遗传多样性比较

Table 3 Comparison of genetic diversity between indica and japonica rice in the Mediterranean area

SSR 多态指标 SSR polymorphic index	样本数 N_a	平均遗传距离 Distance	有效等位基因数量 A_e	实际观察杂合度 H_o	期望杂合度 H_e	多态信息量 PIC	N_e 多样性指数 H	香农指数 I
总样本 Total	109	0.472	2.255	0.0224	0.484	0.433	0.482	0.888
粳稻 <i>Japonica</i>	88	0.333	1.854	0.0132	0.342	0.307	0.340	0.638
籼稻 <i>Indica</i>	21	0.447	2.104	0.0578	0.471	0.406	0.459	0.805

2.3 地中海稻种资源的籼粳亲和性分析

2007 年对引进的地中海材料进行首次试种时, 发现部分材料具备株型好、穗型好、大穗、结实率高、抗纹枯病、抗倒伏等优良性状。为了能通过杂交转育法利用这些优异种质, 从 109 份地中海稻种资源中选择了 37 份农艺性状较好且在育种上利用潜力较大的材料, 与典型籼稻品种 IR36 及典型粳稻品种

秋光杂交。结果表明, 28 份材料 (占测试材料的 75.68%) 与秋光的杂种 F_1 结实正常, 而与 IR36 的杂种 F_1 则表现为半不育, 属于亲粳类型; 4 份材料与秋光及 IR36 的育性均超过 80%, 为广亲和品种; 其余 5 份材料表现明显亲籼, 与 IR36 的杂种 F_1 结实率正常, 而与秋光的杂种 F_1 表现半不育, 属于亲籼类型 (表 4)。

表 4 籼粳亲和性表现及亲和类型

Table 4 Compatibility and type of rice resources from the Mediterranean area

种质名称 Name of genoplasm	F ₁ 结实率(%) Fertility of F ₁		籼粳类型 Sub-species
	R36	秋光 Akhikari	
iac 435	40.44	97.04	J
giovanni	54.39	96.32	J
Prerina marchetti	40.00	96.09	J
dorella	42.58	89.98	J
maria	89.92	96.84	W
66 upla	51.87	87.35	J
56453	26.04	90.76	J
57257	21.32	88.32	J
can 4173	95.61	83.69	W
medusa	90.73	88.51	W
brazos	49.02	94.74	J
pekle(yr#20)	82.42	62.46	I
car6159	52.93	61.40	J
bahia	56.09	80.04	J
carrasquer	41.26	36.50	J
pegonil	50.51	96.03	J
senia	41.18	90.71	J
CT-52	59.36	96.01	J
BasmatC. 621	76.98	62.73	I
Carina	20.46	93.81	J
IBO 400	42.82	91.52	J
Livomo	37.57	90.39	J
Milev 21	32.95	91.60	J
Milvang 40	76.59	8.38	I
Regha	80.27	83.55	W
sanghai	26.30	90.60	J
Suwcon 281	41.35	89.64	J
torio	27.42	89.76	J
Maratelli	22.13	96.61	J
Gigante Vercelli	36.28	79.53	J
Zhen Shang97	94.88	32.25	I
YRM 6-2	39.89	87.43	J
Garde S 79015	52.90	94.41	J
Calendal	44.24	91.53	J
arlesienne	55.62	91.40	J
Cicadelta r	59.06	89.98	J
Alinano	79.68	41.24	I

J: 亲粳型; I: 亲籼型; W: 广亲和型

J: compatibility with japonica; I: compatibility with indica; W: wide compatibility

从被测的地中海水稻种质的籼粳亲和性类型与程氏综合指数分类、SSR分子标记聚类的比较结果看,亲和性表现为亲粳型的28份材料中,有20份在程氏分类里划为粳型(包括偏粳),有24份在SSR

分子标记聚类系统中被聚入粳型,分别占亲粳类型总数的71.4%和85.7%。4份表现为广亲和性的地中海水稻种质在程氏分类中均为中间类型(3份偏粳、1份偏籼),而在SSR聚类中却是3份籼1份粳,可见广亲和材料在形态及分子方面都有比较复杂的遗传背景。

3 讨论

3.1 SSR分子标记在地中海稻种资源籼粳分类及遗传多样性分析中的作用

SSR分子标记聚类把引进的地中海稻种资源总数的80.73%聚入粳稻类型,与程氏综合指数分类中粳型占77.98%的比例相当。地中海稻种资源以粳型居多的研究结果与Luce等^[10]把419份地中海稻种资源的85%聚入粳型,及Maclean等^[6]统计地中海地区种植水稻粳稻比例为80%一致,说明本研究引进的地中海地区稻种资源具有较好的代表性。

利用SSR分子标记进行聚类,能把引进的地中海稻种资源明显地聚成2类,在比例上与利用程氏综合指数进行的籼粳分类有较好的一致性,Merila等^[23]和魏兴华^[24]对稻种资源进行分子聚类与形态分类时也得出相似结果。但在程氏分类系统中归为典型籼粳的4份材料(占全部供试材料的3.5%)以及归为偏型籼粳的27份材料(占全部供试材料的23.9%)在SSR聚类中被聚入相反类群,说明程氏分类法与SSR聚类分析之间存在一定的差异。其可能原因有二,一是程氏分类法是以亚洲国家稻种,特别是中国稻种为研究材料来确定的^[15 25],而地中海稻种资源与我国及东南亚国家稻种有较远的遗传距离^[10 26]。因此,利用程氏分类方法对地中海水稻材料进行籼粳分类,其准确性及产生的类型即可能存在差异。二是程氏分类及SSR聚类都存在一些不可避免的影响因素,如程氏分类法所考察性状易受环境影响,考察数据存在一定的人为因素,而SSR聚类则与所选用引物及引物数量有关^[27]。本研究利用的SSR分子标记可将程氏综合指数分类中的偏粳及偏粳等中间类型进行更深入细致的分类,SSR分子标记聚类与籼粳亲和性分类的符合程度比程氏综合指数法分类与其他的符合程度更高也从另一侧面说明了这一点。

3.2 地中海地区稻种资源的研究利用前景及途径探讨

本研究引进的地中海稻种资源的遗传多样性指数明显高于朱玉琴等^[28]、李小湘等^[29]及朱文东^[30]

对国外引进稻种资源的研究结果, 这表明地中海稻种资源有着较高的分子遗传多样性, 也可能与所选用的 SSR 标记有关。同时由于地中海稻种资源与我国及东南亚国家稻种有较远的遗传距离, 对东南亚国家稻种是一种互补^[10, 26]。因此, 引进地中海地区稻种资源对我国稻种资源是非常有益的补充和有效的拓宽。

对引进的地中海稻种资源进行试种及性状考察后, 发现部分资源具备细胞质雄性不育恢复性、抗纹枯病、抗倒伏、株型好、穗型好、大穗、高结实率等优良性状。利用地中海水稻种质具有的这些特定优异性状, 通过杂交转育, 有针对性地改良我国水稻品种或创新育种材料, 可拓宽我国水稻育种材料的遗传基础, 使水稻品种特定性状得到改良的同时, 表现出整体的地理远缘优势, 对我国水稻品种改良具有指导意义。

本研究在对 37 份农艺性状较好且在育种上利用潜力较大的材料进行亲和性测验时, 筛选出 4 份广亲和品种, 说明地中海稻种资源中存在较高比例的广亲和品种, 这与地中海稻种以籼粳分化不明显的中间类型(偏籼和偏粳)居多有关^[31-32]。筛选出的广亲和水稻种质, 可用于粳型或偏粳型广亲和性恢复系的培育。由于当前杂交稻育种中应用的几乎都是籼型不育系, 已育成的广亲和性恢复系等育种材料不仅数量少, 且粳(偏粳)性的更稀少, 其恢复基因来源狭窄。故发掘、创新和利用优异的粳型广亲和性恢复系育种材料, 是培育亚种间杂交稻、利用亚种间杂种优势和实现育种新突破的研究重点和热点。本研究曾创新利用了地理远缘(意大利)粳稻/本国广亲和籼稻以及广亲和粳稻/本国籼稻 2 种杂交选育途径, 培育出偏粳型广谱性强恢复系种质 GR38 和 GR238。GR38 对几乎所有主要不育细胞质均具强恢复力^[33]。张淮^[34]通过利用籼型广谱广亲和的光温敏不育系与典型的粳稻杂交, 培育出粳型的亚种间两系杂交稻信杂粳 1 号和两优培粳, 2 品种均表现非常强的亚种间杂种优势。粳型及广亲和性的利用打破了常用的籼恢/籼恢的恢复系选育单一途径, 以及恢复基因源局限于 R24 及其衍生系的状况, 拓宽了恢复基因源和遗传基础, 有助于杂交稻育种的新突破。

4 结论

引进的地中海稻种资源大部分属于粳稻类型, SSR 分子聚类结果与程氏综合指数分类及籼粳亲和

性分类有较好的一致性, 且 SSR 能对水稻种质进行更深入更细致的分类。地中海水稻种质有较高的遗传多样性, 且籼稻类型的遗传多样性高于粳稻。遗传多样性分析及挖掘出的优异种质对拓宽我国水稻遗传基础、改良我国水稻品种具有较高的指导意义和应用价值。

参考文献

- [1] 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
- [2] 覃惜阴, 韦仕邦, 黄英美, 等. 杂交水稻恢复系桂 99 的选育与应用 [J]. 杂交水稻, 1994(2): 1-3
- [3] 吴俊生, 彭慕良. 日本稻种在山东水稻生产和品种改良中的作用 [J]. 山东农业科学, 1993(6): 50-51
- [4] 朴钟泽, 罗志祥, 韩龙植, 等. 上海和韩国粳稻品种米质特性比较 [J]. 上海交通大学学报: 农业科学版, 2002, 20(4): 296-301
- [5] 谢春霞, 谭学林. 国际水稻所 GUVU 项目引进粳稻品系主成分及聚类分析 [J]. 西南农业学报, 2009, 22(2): 252-256
- [6] Mackan JL, Dawe D C, Hardy B, et al Rice in anac[M]. Los Banos Philippines International Rice Research Institute, 2002 118-124
- [7] Ferrero A. Challenges and opportunities for a sustainable rice production in Europe and Mediterranean area [J]. Paddy Water Environ 2006 4: 11-12
- [8] Gevrek M N. The performances of new rice varieties and genotypes in the Aegean region of Turkey [M] // Ferrero A, Vilotto F. Challenges and opportunities for sustainable rice-based production systems Italy Torino 2004 265-270
- [9] Negrão S, Jayamani P, Gregorio G, et al Characterization and breeding of Portuguese rice varieties [M] // Ferrero A, Vilotto F. Challenges and opportunities for sustainable rice-based production systems Italy Torino 2004 315-316
- [10] Luce C, Noyer JL, Tharreau D, et al The use of microsatellite markers to examine the diversity of the genetic resources of rice (*Oryza sativa*) adapted to European conditions [J]. Acta Hort 2001, 546 221-235 (in French with English abstract)
- [11] Mantegazza R, Puricella A, Galliano S, et al Genetic diversity of ancient and historical Italian rice germoplasm [M] // Ferrero A, Vilotto F. Challenges and opportunities for sustainable rice-based Production Systems Italy Torino 2004 314
- [12] Mantegazza R, Binini M, Sala F, et al Temporal trends in Italian rice varieties [M] // Ferrero A, Vilotto F. Challenges and opportunities for sustainable rice-based production systems Italy Torino 2004: 279-284
- [13] Khush G S. Origin, dispersal, cultivation and variation of rice [J]. Plant Mol Biol 1997, 35: 25-34
- [14] 韩龙植, 魏兴华. 水稻种质资源描述规范和数据标准 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2006 10-119
- [15] 程侃声, 王象坤, 卢义直, 等. 云南稻种资源的综合研究与利用 II. 亚洲栽培稻分类的再认识 [J]. 作物学报, 1984, 10(4): 271-280
- [16] 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
- [17] 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
- [18] 华蕾, 袁筱萍, 余汉勇, 等. 我国水稻主栽品种 SSR 多样性的比较分析 [J]. 中国水稻科学, 2007, 21(2): 150-154

(下转第 36 页)

关。今后,应重点加强南方资源的研究与利用,特别是西南、华南玉米育种更应如此。

参考文献

- [1] 佟屏亚. 中国玉米种质资源的整理与成就 [J]. 中国种业, 2001(3): 7-8
- [2] 刘纪麟. 玉米育种学(第二版) [M]. 北京: 中国农业出版社, 2001: 152-155
- [3] Ruiz de Galarreta J I Alvarez A. Morphological classification of maize landraces from northern Spain [J]. Genet Res Crop Evol 2001, 48: 391-400
- [4] Li Y, Shi Y S, Wang T Y. Establishment of a core collection for maize germplasm preserved in Chinese National Genebank using geographic distribution and characterization data [J]. Genet Res Crop Evol 2004, 51: 845-852
- [5] Li Y, Shi Y S, Wang T Y. A phenotypic diversity analysis of maize germplasm preserved in China [J]. Maydica 2002, 47: 107-114
- [6] 刘志斋, 郭荣华, 石云素, 等. 中国玉米地方品种核心种质花期相关性的表型多样性研究 [J]. 中国农业科学, 2008, 41(6): 1591-1602
- [7] 朱志华, 李为喜, 刘三才, 等. 玉米种质资源主要品质性状鉴定与评价 [J]. 中国种业, 2007(6): 29-31
- [8] 张晓芳. 玉米种质资源品质性状的鉴定与评价 [J]. 玉米科学, 2006, 14(1): 18-20
- [9] 乔治军, 张效梅, 畅建武. 山西玉米种质资源遗传多样性分析和利用研究 [J]. 山西农业科学, 2006, 34(3): 28-30
- [10] 伍少云, 孙荣, 奉有璧. 云南省玉米地方种质资源类型及其品种的地理和生态分布 [J]. 西南农业学报, 2004, 17(增): 1-6
- [11] 吴高龄, 徐尚忠. 湖北省玉米地方品种的因子分析 [J]. 遗传, 1997, 19(3): 26-29
- [12] 曾学礼, 张祖新. 对湖北省 20 个玉米地方品种的数量性状分析与聚类分析 [J]. 湖北农业科学, 2001(5): 35-38
- [13] 魏凯, 许先凤, 杜何为, 等. 湖北省玉米地方品种遗传多样性的表型评价 [J]. 长江大学学报: 自然科学版, 2008, 5(2): 4-9
- [14] 晏庆久, 霍仕平, 张建, 等. 三峡库区玉米地方品种产量性状的遗传势分析 [J]. 杂粮作物, 2001, 2(5): 1-3
- [15] 姚启伦, 戴玄, 李昌满, 等. 三峡库区玉米地方品种特异性状的筛选及其研究 [J]. 西北农林科技大学学报, 2004, 32(5): 49-52, 56
- [16] 张祖新, 郑用琰, 李建生, 等. 三峡库区 10 个玉米地方品种的遗传势 [J]. 华中农业大学学报, 1997, 13(5): 449-454
- [17] 张建华, 杨晓洪, 张金渝, 等. 云南糯玉米地方品种的籽粒淀粉的研究 [J]. 西南农业学报, 2006(9): 543-547
- [18] 张兰荣, 李卫东, 金明华. 吉林省玉米地方品种的化学成分的研究 [J]. 吉林农业科学, 1989(4): 54-56
- [19] 郭庆法, 王庆成, 汪黎明. 中国玉米栽培学 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2004, 265-266
- [20] Poole RW. An introduction to quantitative ecology [M]. New York McGraw-Hill 1974
- [21] 李凤艳, 张兴华, 张仁和. 玉米优异地方种质资源的筛选与评价 [J]. 植物遗传资源学报, 2003, 4(3): 225-227
- [22] 宴庆久, 张建, 许明陆, 等. 三峡库区 72 份玉米地方品种产量性状的评价 [J]. 植物遗传资源学报, 2001, 2(1): 12-17
- [23] 谢和霞, 覃兰秋, 程伟东, 等. 广西玉米地方品种调查 [J]. 植物遗传资源学报, 2009, 10(3): 490-494
- (上接第 30 页)
- [19] Bany M B, Phan J L, Noyer J L, et al Genetic diversity of the two cultivated rice species (*O. sativa* & *O. glaberrima*) in Maritime Guinea: evidence for interspecific recombination [J]. Euphytica 2007, 154: 127-137
- [20] Cheng X, Temnykh S, Xu Y, et al Development of a microsatellite framework map providing genome wide coverage in rice (*Oryza sativa* L.) [J]. Theor Appl Genet 1997, 95: 553-567
- [21] 罗小金, 贺浩华, 彭小松, 等. 利用 SSR 标记分析水稻亲本间遗传距离与杂种优势的关系 [J]. 植物遗传资源学报, 2006, 7(2): 209-214
- [22] Dellaportas S L, Wood J H, Hicks J B. A plant DNA miniprep preparation Version II [J]. Plant Mol Biol Rep 1983, 1(4): 19-21
- [23] Merik J, Cmokrak P. Comparison of genetic differentiation at marker loci and quantitative traits [J]. Evol Biol 2001, 14(6): 892-903
- [24] 魏兴华. 中国栽培稻地方种资源等位基因地理分布及遗传多样性保护研究 [D]. 杭州: 浙江大学, 2002
- [25] 程侃声, 王象坤, 卢义宣, 等. 云南省稻种资源的综合研究与利用——IX. 论亚洲栽培稻的籼粳分类 [J]. 作物品种资源, 1988(1): 1-5
- [26] Alonso L C, Fernandez Escobar J, Aguilar-Portero M. Hybrid rice varieties in southern Spain [M] // Ferrero A, Vidor F. Challenges and opportunities for sustainable rice-based production systems Italy Torino 2004: 260-264
- [27] 毛艇, 徐海, 郭艳华, 等. 利用 SSR 分子标记进行水稻籼粳分类体系的初步构建 [J]. 华北农学报, 2009, 24(1): 119-124
- [28] 朱玉琴, 阮仁超, 陈惠查, 等. 贵州引进稻种资源的评价、保存与利用 [J]. 种子, 2007, 26(1): 80-83
- [29] 李小湘, 黎用朝, 段永红, 等. 湖南引进水稻资源与栽培稻品种的 SSR 多样性 [J]. 云南农业大学学报, 2006, 21(增刊): 40-46
- [30] 朱文东. 引进日本优质水稻品种农艺性状综合评价 [J]. 江苏农业科学, 2009(1): 66-69
- [31] Wan J, Yamaguchi Y, Kato H, et al Two new loci for hybrid sterility in cultivated rice (*Oryza sativa* L.) [J]. Theor Appl Genet 1996, 92: 183-190
- [32] Wang G W, He Y Q, Xu C G, et al Fine mapping of *5-Du* a gene conferring wide compatibility for pollen fertility in inter-subspecific hybrids of rice (*Oryza sativa* L.) [J]. Theor Appl Genet 2005, 112: 282-287
- [33] 梁耀懋, 黎坤爱, 陆岗, 等. 水稻偏粳型广谱性强恢系种质 GR38 的创新和评价 [J]. 植物遗传资源学报, 2006, 7(4): 382-386
- [34] 张淮. 两系亚种间杂交粳稻的选育和栽培制种技术研究 [D]. 武汉: 华中农业大学植物科技学院, 2006