

广西水稻地方品种耐冷性鉴定及相关分析

夏秀忠¹, 张宗琼¹, 杨行海¹, 农保选¹, 曾宇², 刘开强², 邓国富², 李丹婷¹

(¹广西农业科学院水稻研究所/广西水稻遗传育种重点实验室, 南宁 530007; ²广西农业科学院, 南宁 530007)

摘要:对 419 份广西水稻地方品种初级核心种质进行芽期、苗期的耐冷性鉴定及相关分析, 结果表明: 广西水稻地方品种芽期、苗期耐冷性主要集中在 7 级和 9 级, 总体耐冷性较弱。芽期、苗期极强耐冷种质(1 级)分别为 24 份和 27 份, 占参试总数的 5.73% 和 6.44%, 其中 10 份种质芽期和苗期均表现极强耐冷(1 级)。芽期、苗期耐冷性呈极显著正相关($r=0.66$)。粳稻芽期、苗期耐冷性均显著高于籼稻; 粘糯稻之间耐冷性差异是由籼粳稻类型的耐冷差异引起的; 来自高寒山区稻作区的品种芽期和苗期平均耐冷表现最强。利用 34 个 SSR 标记与芽期、苗期耐冷性进行 Pearson 相关分析, 在第 7 和第 9 染色体上, 各鉴定出 1 个同时与芽期和苗期耐冷性相关联的位点。本研究为水稻芽期、苗期耐冷育种提供新的抗源材料, 并为水稻耐冷基因定位及机理研究奠定基础。

关键词: 广西; 水稻; 地方品种; 耐冷性; 相关分析

Evaluation and Correlation Analysis of Cold Tolerance of Guangxi Landrace Rice

XIA Xiu-zhong¹, ZHANG Zong-qiong¹, YANG Xing-hai¹, NONG Bao-xuan¹,
ZENG Yu², LIU Kai-qiang², DENG Guo-fu², LI Dan-ting¹

(¹Rice Research Institute, Guangxi Academy of Agricultural Sciences / Guangxi Key Laboratory of Rice Genetics and Breeding, Nanning 530007; ²Guangxi Academy of Agricultural Sciences, Nanning 530007)

Abstract: Cold tolerance of 419 accessions of primary rice core collection from Guangxi was evaluated at germinating and seedling stages. The results indicated that the cold tolerance at germinating and seedling stages mainly concentrated in grade 7 and 9, most of the accessions were sensitive to cold. 24 and 27 accessions were classed into the high-level tolerance (Grade 1) at germinating and seedling stages, accounting for 5.73% and 6.44% of the total accessions, respectively. There was highly positive correlation ($r=0.66$) between the cold tolerance scores at two stages. There were significant differences of cold tolerance between *Indica* and *Japonica*. Cold tolerance of *Japonica* was significantly higher than *Indica* at germinating and seedling stages. Cold tolerance difference between Glutinous and Nonglutinous rice was caused by differences cold tolerance of *Indica* and *Japonica*. The rice collected from alpine areas showed much higher cold tolerance than Southern and North Guangxi rice regions, no difference with central Guangxi rice regions. Pearson correlation analysis was carried on using 34 SSR markers. Two loci, on the 7th and 9th chromosome, respectively, were identified to have a correlation with cold tolerance at both germinating and seedling stages. This study will provide elite rice germplasm of cold tolerance and a basis for mapping and cloning cold tolerance in rice.

Key words: Guangxi; rice; landrace; cold tolerance; correlation analysis

收稿日期: 2015-12-15 修回日期: 2016-01-14 网络出版日期: 2016-10-12

URL: <http://www.cnki.net/kcms/detail/11.4996.S.20161012.0917.016.html>

基金项目: 广西“八桂学者”专项经费项目; 广西农科院优势团队项目(2015Y T15); 广西科学研究与技术开发计划项目(桂科重 14121001-1-6); 广西自然科学基金项目(2015G XNSFBA139054, 2015G XNSFBA139080); 广西农科院科技发展基金(桂农科 2014J Q13)

第一作者研究方向为稻种资源及遗传育种研究。E-mail: xiaxiuzhong@gxaas.net

通信作者: 李丹婷, 研究方向为稻种资源及遗传育种研究。E-mail: Lidanting@gxaas.net

水稻是主要的粮食作物之一,全球约一半以上人口以稻米为主食,我国居民口粮消费也以稻米为主,约占 60%^[1]。水稻属冷敏感型作物,低温是水稻生长的一大限制因素^[2]。在高纬度、高海拔地区冷害尤为严重,低纬度低海拔地区也时常发生。在南方稻区早造的倒春寒时常造成黄苗、烂种和烂秧,不仅严重影响早稻产量,还因生育期推迟而影响晚稻种植,造成晚稻产量下降;晚造寒露风使水稻授粉不良、灌浆不足、空秕率增加和产量降低,甚至失收^[3]。水稻芽期和苗期的耐冷性是植株速生早发的一个重要性状,且早期与后期耐冷性存在正相关,以这种亲本材料进行组配筛选的耐冷后代,可以提高水稻耐冷育种的效率^[4]。因此,精确评价现有稻种资源的芽期和苗期的耐冷性,有目的地选择耐冷亲本,对于有效地选育耐冷性水稻品种及在栽培上早稻提早育秧,避开晚稻后期冷害具有现实意义。

许多研究者及育种家利用不同类型、不同地理来源的水稻种质资源,在耐冷性鉴定方面做了大量的研究工作,获得一批耐冷性强的优异种质。张建华等^[4]从 690 份中日双方提供的稻种资源中,筛选出芽期极强耐冷种质 25 份,苗期极强耐冷种质 14 份;金铭路等^[5]以 204 份中国水稻微核心种质,筛选水稻各生育期耐冷种质;韩龙植等^[6]以 879 份水稻种质筛选出芽期耐冷粳稻种质 39 份;李太贵等^[7]利用 50 份稻种资源,分析了水稻抗冷性与不同水稻类型、不同生长阶段的关系。随着分子遗传学和分子生物学的发展,至今已经定位 200 多个水稻各生育期耐冷性的 QTLs^[8-9],据国家水稻数据中心统计^[10],已经克隆耐冷性相关基因 57 个,但因水稻耐冷性的分子机制还未清楚,因此,耐冷基因在育种上未能大量利用^[9]。广西地处云贵高原东南边缘,地势自西北向东南倾斜,四周多山地与高原,中南部多为平地。因地理环境复杂,气候类型多样化,稻种资源类型丰富,遗传多样性高,其中蕴藏大量的优异基因资源,广西学者也对栽培稻部分资源进行了耐冷性鉴定评价^[11-13]。广西水稻地方品种资源的初级核心种质,是基于 8609 份稻种资源的取样结果,基因保留比例达到 98% 以上,有效代表了广西水稻地方品种资源的遗传多样性水平^[14]。本试验通过对广西水稻地方品种资源进行芽期和苗期耐冷性评价及 SSR 标记的相关分析,以期对水稻耐冷性的研究及育种利用提供材料基础和理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试品种来源于广西水稻地方品种资源初级核心种质 419 份(表 1)。

表 1 供试材料的来源、类型和数量

Table 1 Origin, type and number of rice core germplasm

种质来源 Germplasm origin	类型 Type	资源份数 No. of variety
来源地	高寒山区	235
	桂中	80
	桂北	65
	桂南	39
亚种类型	籼稻	330
	粳稻	89
粘糯性	粘稻	311
	糯稻	118
合计		419

1.2 试验方法

1.2.1 芽期耐冷性鉴定 芽期耐冷鉴定方法与评级标准均参照韩龙植等^[15]的方法。芽期鉴定方法:选取健康饱满种子,经浸种、催芽至种子露白,选取 30 粒已露白种子置于垫湿滤纸的培养皿内继续培养,待芽长至 5 mm 左右时,5℃ 处理 10 d,再置于 20℃ 的有阳光的环境下恢复正常生长 7 d,3 次重复。调查死苗率,以死苗率作为芽期耐冷性的评级指标。死苗率(%) = (死苗数/出芽总数) × 100,以 3 次重复的平均值作为统计单元。耐冷评级标准,1 级(极强):死苗率 0%,全部苗成活,叶色青绿;3 级(强):死苗率 1% ~ 30%;5 级(中等):死苗率 31% ~ 50%;7 级(弱):死苗率 51% ~ 99%;9 级(极弱):死苗率 100%,苗全部死亡。

1.2.2 苗期耐冷性鉴定 前期浸种催芽步骤同芽期耐冷性鉴定,苗期耐冷鉴定方法及耐冷评级标准参照郑向华等^[16]的方法。将催芽至露白的种子播种于装有稻田土的周转箱中,每份材料播种 30 粒,3 次重复,常温下育苗至 3 ~ 4 叶龄期,8℃ 的人工气候箱中处理 5 d,然后自然条件下恢复 7 d,调查活苗数,计算活苗率,以活苗率作为苗期耐冷性的评价指标。耐冷评级标准,1 级(强):活苗率 80% 以上;3 级(较强):活苗率 70.1% ~ 80%;5 级(中等):活苗率 40.1% ~ 70%;7 级(弱):活苗率 5.1% ~ 40%;9 级(极弱):活苗率小于 5%。

1.2.3 SSR 标记分析及数据统计 利用分布于水稻 12 条染色体的 34 对多态性高的 SSR 引物进行分析,每条染色体上选取 2~4 对。用 PowermarkerV3.25 软件分析等位基因数(Ae, Allele)、香农指数(I, Shannon's index)、遗传信息量(PIC, polymorphism information content)值。采用 SPSS 17.0 软件对水稻 SSR 标记基因型与芽期、苗期耐冷性进行相关分析,利用 Pearson 相关系数判断 SSR 标记与耐冷性关联度是否具有统计学意义。

2 结果与分析

2.1 广西水稻地方品种耐冷性鉴定结果

强耐冷对照品种日本晴的芽期和苗期耐冷均为 1 级,弱耐冷对照品种桂朝 2 号的芽期和苗期耐冷均为 9 级,完全符合对照品种要求。

在 419 份广西水稻地方品种中,芽期死苗率变异范围 0~100%,平均值为 78.92%,平均耐冷等级为 7.23 级,变异系数 34.99%。多数品种集中在 7 级和 9 级,2 个等级占总参试品种的 78.76%。而 1、3、5 级仅占总参试品种的 5.73%、12.41%、3.10%。苗期耐冷成苗率变异范围 0~100%,平均值为 20.51%,平均耐冷等级为 7.27 级,变异系数为 35.78%。耐冷级别分布规律与芽期耐冷相似,耐冷为 5 级的品种比例最少,多数品种集中在 9 级。1、3、5、7、9 级分别占参试总数的 6.44%、11.22%、6.21%、14.80%、61.34%(图 1)。

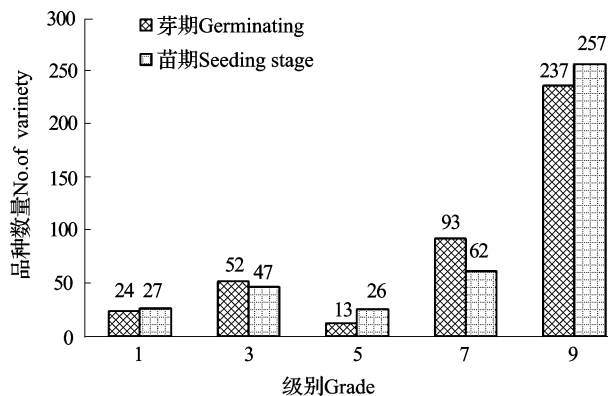


图 1 419 份核心种质材料芽期、苗期耐冷级别分布
Fig.1 Distribution of cold tolerance of the 419 core germplasm at germinating and seeding stages

419 份水稻品种芽期和苗期耐冷级别相关性分析表明,两者呈极显著正相关($r=0.66$)。有 10 个品种在芽期和苗期均表现 1 级强耐冷性(表 2),其中 8 份粳稻、2 份籼稻。

表 2 芽期、苗期耐冷表现均为强耐冷(1 级)的种质

Table 2 Varieties showed high-level tolerance (Grade 1) at germinating and seedling stages

品种编号 Variety code	籼粳类型 Indica/ Japonica	粘糯类型 Non-glutinous rice / glutinous rice	所属稻区 Regions
70243	粳	糯	桂南
860929	粳	粘	桂中
861159	粳	粘	桂南
(5)60145	籼	粘	桂南
(7)60216	粳	糯	高寒
5-1440	籼	粘	桂北
7-470	粳	糯	桂中
7-479	粳	糯	高寒
7-481	粳	糯	桂南
7-572	粳	糯	桂北

2.2 不同类型间的芽期、苗期耐冷性鉴定比较

对 419 份广西水稻地方品种资源进行籼、粳分类和粘、糯稻分类,并进行了类型间耐冷差异的比较分析。在参试的 330 份籼稻品种中,芽期平均死苗率 93.66%,平均耐冷等级 8.19 级,变异系数 17.74%。苗期平均成苗率 12.06%,平均耐冷等级 8.06 级,变异系数为 23.22%。芽期和苗期的耐冷级别均主要集中在 7 级和 9 级,两级在芽期和苗期分别占参试总数的 95.15% 和 88.19%,总体耐冷性较弱。在 89 份粳稻品种中,芽期平均死苗率 24.27%,平均耐冷等级 3.67 级,变异系数为 68.14%;苗期平均成苗率 51.87%,平均耐冷等级 4.33 级,变异系数为 64.99%。芽期和苗期的耐冷级别均主要集中在 1 级和 3 级,两级在芽期和苗期分别占参试总数的 76.40% 和 57.31%,总体耐冷性较强(图 2)。籼稻与粳稻耐冷等级差异性分析表明,无论是在芽期还是苗期,粳稻耐冷性均极显著高于籼稻(表 3)。在粘粘与粳粘、籼糯与粳糯的耐冷差异性分析结果表明,在粘糯类型之内进行籼粳之间的耐冷比较,粳稻的耐冷性仍极显著高于籼稻,并未受到糯性基因的影响。

在比较粘稻与糯稻耐冷性差异(图 3)时,为了排除籼粳引起的耐冷性差异,本研究分别比较了籼粘与籼糯、粳粘与粳糯的耐冷性差异。结果表明(表 3),无论是芽期还是苗期,两组间差异不显著,而籼粘和粳粘、籼糯和粳糯均差异显著,说明广西地方水稻品种粘稻与糯稻耐冷性没有显著差别,引起粘糯稻之间耐冷性差异的原因是来源于籼粳稻类型的差异。

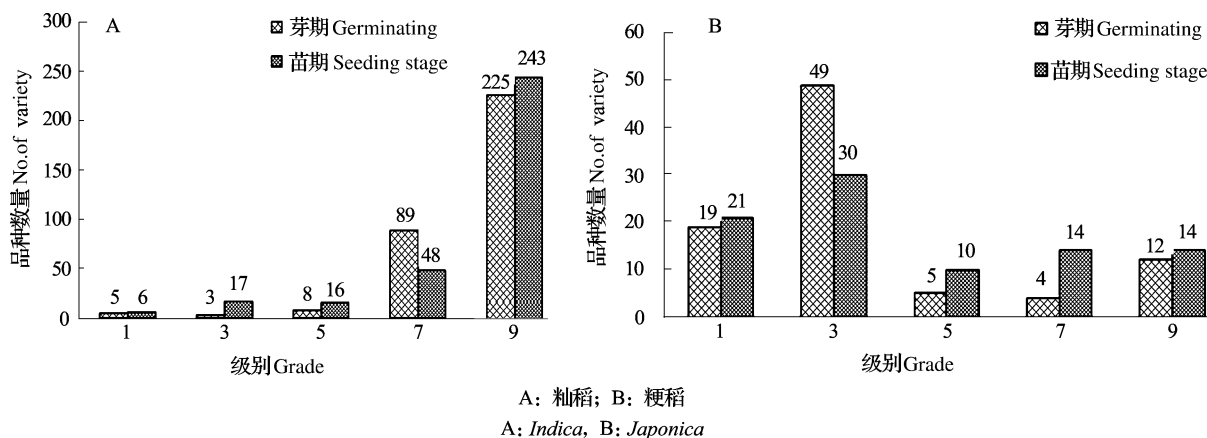


图2 籼、粳稻芽期、苗期耐冷级别分布

Fig. 2 The result of cold tolerance at germinating and seeding stages between *Indica* and *Japonica* rice

表3 不同类型水稻间芽期、苗期耐冷性差异比较

Table 3 Comparison of cold tolerance at germinating and seeding stages in different type of germplasm

资源类型	资源数量	芽期 Germinating		苗期 Seeding stage	
Type of germplasm	No. of germplasm	平均值 \pm 标准差 Mean \pm SD	变异系数 CV	平均值 \pm 标准差 Mean \pm SD	变异系数 CV
籼粘	279	8.25 \pm 1.28 Aa	0.15	8.10 \pm 1.82 Aa	0.22
籼糯	51	7.82 \pm 2.16 Aa	0.28	7.82 \pm 2.12 Aa	0.27
粳粘	32	4.31 \pm 2.86 Bb	0.66	4.06 \pm 3.09 Bb	0.76
粳糯	57	3.32 \pm 2.23 Bb	0.67	4.47 \pm 2.66 Bb	0.59

同列不同大写字母表示差异极显著,同列不同小写字母表示差异显著,下同

The data with different capital letters in same column show extremely significant difference; the data with different little letters in same column show significant difference, the same as blow

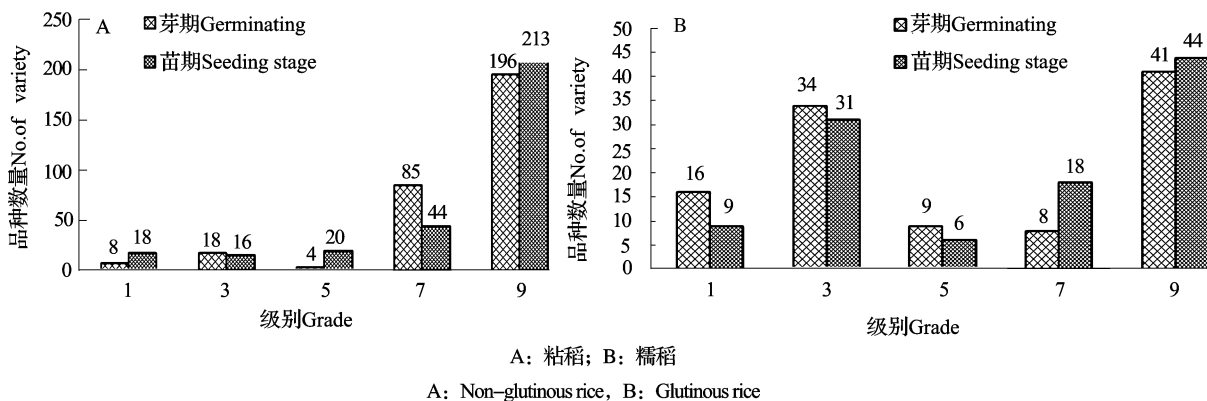


图3 粘、糯稻类型芽期、苗期耐冷级别分布

Fig. 3 The result of cold tolerance at germinating and seeding stages between *Indica* and *Japonica* rice

2.3 广西水稻稻作区之间芽期、苗期耐冷性的差异分析

由表4可看出,在广西4个稻作区中,高寒山区稻作区的平均耐冷级别、变异系数均表现为极强耐冷品种比例均为最高。芽期平均耐冷等级为6.44级,变异系数为45.06%,表现极强耐冷的资源数量占该区参试总数的10.26%;苗期平均耐冷等级为6.49级,变异系数为47.82%,表现极强耐冷种质资源数量占该区参试总数的12.82%。芽期强耐冷资

源主要来源于广西高寒山区稻区的三江、龙胜;桂南稻区的田阳、田东、灵山、百色和南宁;桂中地区的巴马、环江、罗城和田林;桂北地区的恭城和那坡等地。苗期强耐冷资源主要来源广西高寒山区的三江、乐业;桂南地区的百色、田东、平果、玉林和南宁;桂中地区的凌云、东兰、田林、罗城和柳州;桂北地区的西林和天峨等。桂南稻作区在芽期耐冷性表现最低,平均耐冷等级为7.50级;桂北地区在苗期耐冷性表现最低,平均耐冷等级为7.58级。

表 4 419 份核心种质芽期、苗期耐冷性差异比较

Table 4 Comparison of cold tolerance at germinating and seeding stages in 419 rice from different rice regions

鉴定时期	稻作区 Rice regions	资源份数	耐冷级别					频率(%)					平均值 ± 标准差	变异系数		
Identification		No. of variety	Cold tolerance level					Frequency							Mean ± SD	(%) CV
varietal of period			1	3	5	7	9	1	3	5	7	9				
芽期	高寒山区	39	4	7	2	9	17	10.26	17.95	5.13	23.08	43.59	6.44 ± 2.90 A	45.06		
	桂中	80	5	16	5	17	37	6.25	20.00	6.25	21.25	46.25	6.63 ± 2.74 AB	41.35		
	桂北	65	3	8	1	12	41	4.62	12.31	1.54	18.46	63.08	7.46 ± 2.47 B	33.09		
	桂南	235	12	21	5	55	142	5.11	8.94	2.13	23.40	60.43	7.50 ± 2.35 B	31.38		
苗期	高寒山区	39	5	7	1	6	20	12.82	17.95	2.56	15.38	51.28	6.49 ± 3.10 A	47.82		
	桂中	80	6	12	9	13	40	7.50	15.00	11.25	16.25	50.00	6.73 ± 2.75 AB	40.91		
	桂南	235	14	19	13	38	151	5.96	8.09	5.53	16.17	64.26	7.49 ± 2.45 B	32.72		
	桂北	65	2	9	3	5	46	3.08	13.85	4.62	7.69	70.77	7.58 ± 2.47 B	32.54		

2.4 SSR 标记与广西栽培稻核心种质资源耐冷性的相关分析

用 34 对 SSR 标记对 419 份广西栽培稻核心种质进行检测,有效等位基因数量(*Ae*)范围 2~9 个,平均 4.91 个;香农指数(*I*)范围 0.154~1.857,平均 1.087;遗传信息量(*PIC*)范围 0.058~0.802,平均 0.522。SSR 标记基因型与水稻芽期和苗期耐冷性的 Pearson 相关分析结果表明,位于水稻第 7 染色体上的 RM234 和第 9 染色体上的 RM205 与芽期和

苗期耐冷性关联度都高, RM234 在芽期相关系数为 0.798,达到 $P < 0.01$ 水平相关,在苗期相关系数为 0.600,达到 $P < 0.05$ 水平相关。RM205 在芽期相关系数为 0.792,达到 $P < 0.01$ 水平相关,在苗期相关系数为 0.612,达到 $P < 0.05$ 水平相关。位于第 9 染色体上的 RM201 与第 10 染色体上的 RM8201,与芽期耐冷性达 $P < 0.05$ 水平上相关,第 10 染色体上的 RM467 与芽期和苗期耐冷性均在 $P < 0.05$ 水平上相关(表 5)。

表 5 SSR 标记的扩增结果及相关分析

Table 5 The result of 419 core germplasm based on PCR and correlation analysis

位点 Locus	染色体 Chromosome	等位基因数 <i>Ae</i>	香农指数 <i>I</i>	遗传信息量 <i>PIC</i>	相关系数 Correlation coefficient	
					芽期 Germinating	苗期 Seeding stage
RM9	1	8	1.526	0.701	0.026	0.013
RM128	1	4	1.136	0.561	0.101	0.066
RM262	2	8	1.513	0.675	0.085	0.042
RM106	2	2	0.685	0.371	0.053	0.062
RM240	2	9	1.747	0.762	0.313	0.172
RM175	3	8	1.739	0.768	0.118	0.118
RM16	3	5	1.202	0.600	0.507	0.322
RM471	4	6	1.322	0.609	0.495	0.387
RM273	4	3	0.154	0.058	0.031	0.006
RM153	5	4	0.939	0.481	0.114	0.165
RM169	5	5	1.485	0.713	0.668	0.540
RM305	5	2	0.607	0.329	0.511	0.416
RM274	5	3	0.499	0.235	0.408	0.381
RM586	6	3	1.004	0.530	0.063	0.059
RM314	6	4	0.883	0.448	0.388	0.256
RM30	6	6	0.896	0.423	0.443	0.322

表 5(续)

位点 Locus	染色体 Chromosome	等位基因数 <i>Ae</i>	香农指数 <i>I</i>	遗传信息量 <i>PIC</i>	相关系数 Correlation coefficient	
					芽期 Germinating	苗期 Seeding stage
RM11	7	4	0.674	0.325	0.087	0.064
RM3826	7	4	1.074	0.534	0.018	0.018
RM234	7	7	1.239	0.588	0.798 **	0.600 *
RM134	7	4	0.474	0.231	0.261	0.223
RM408	8	3	1.09	0.587	0.351	0.266
RM1270	8	4	0.675	0.308	0.173	0.158
RM284	8	6	1.485	0.686	0.653	0.544
RM105	9	3	0.9	0.467	0.394	0.247
RM434	9	6	1.269	0.627	0.027	0.042
RM201	9	5	1.451	0.694	0.673 *	0.498
RM205	9	6	1.187	0.540	0.792 **	0.612 *
RM216	10	4	1.373	0.696	0.409	0.337
RM8201	10	4	1.176	0.586	0.698 *	0.473
RM467	10	4	0.622	0.288	0.696 *	0.596 *
RM6901	11	6	0.918	0.446	0.135	0.246
RM206	11	8	1.857	0.802	0.131	0.081
RM19	12	5	1.224	0.608	0.443	0.377
RM17	12	4	0.949	0.484	-0.089	0.139

** 为极显著性差异 $P < 0.01$; * 为显著性差异 $P < 0.05$
** extremely significant difference $P < 0.01$, * significant difference $P < 0.05$

3 讨论

3.1 芽期和苗期耐冷性与品种类型和地理环境关系

前人研究表明,水稻芽期与苗期耐冷性呈显著的正相关,粳稻耐冷性强于籼稻^[11,17]。本研究的芽期、苗期耐冷性相关系数 $r = 0.66$,且在芽期和苗期的耐冷表现中,粳稻显著强于籼稻,而且粘糯稻之间的耐冷差异也是由于籼粳稻类型差异引起的,与前人研究结果一致。曾亚文等^[18]研究了云南稻核心种质的苗期耐冷性及其地理生态差异;张建华等^[4]分析了中日双方稻种资源的耐冷性及云南稻种的地理分布区域;表明水稻耐冷性与其来源地理环境有一定的相关关系。本研究结果也表明,来源于高海拔的广西高寒山区稻作区与部分高海拔的山地丘陵地区种质资源,其芽期和苗期耐冷性均显著高于低海拔稻作区来源的种质资源。如处于云贵高原边缘地带的那坡、西林、田林、凌云、乐业、天峨、环江等;以及桂北的三江、龙胜等县份,这些县份海拔较高,且以山地丘陵面积为主,这些地区的种质资源

均表现较强的芽期和苗期耐冷性。因此,今后筛选和培育耐冷品种,应特别注意对来自于高寒山区稻作区以及其他稻作区中高纬度、高海拔的山区稻种资源的挖掘。其他稻作区的县份,如恭城、灵山、玉林及南宁部分地区,也发现少量耐冷性较强的稻种资源,可以在耐冷育种加以利用。高纬度地区水稻耐冷性优于低纬度地区^[4,6,19-20],而广西桂南、桂中和桂北 3 个稻作区芽期和苗期耐冷性无差异,可能与 3 个稻作区之间纬度差异太小有关(广西地处北纬 $20^{\circ}54' \sim 26^{\circ}24'$ 之间)。

3.2 广西耐冷性稻种资源的耐冷性特点及耐冷资源的挖掘利用

杨梯丰等^[8]研究表明,在第 7 染色体 RM234 ~ RM22178 区域附近发现芽期和苗期共同耐冷 QTLs 区间,本研究在 RM234 附近也发现与芽期和苗期耐冷性相关的共同位点,在第 9 染色体上 RM24545 ~ RM328(18.1 ~ 20.3 Mb) 区间为芽期耐冷控制区域,C1263 ~ RM245(20.3 ~ 23.1 Mb) 为苗期耐冷控制区域,而本研究结果发现的在第 9 染色体上 RM205(22.7 Mb) 区域,处于苗期耐冷控制区域内,

与前人研究的苗期耐冷所在区域一致。

通过对广西水稻地方品种的耐冷性鉴定分析,筛选出 10 份芽期和苗期耐冷性极强的水稻品种,这些主要是广西历年水稻资源考查过程中收集保存的种质资源,其遗传基础丰富多样,且这些材料均未见报道和育种利用。广西少数民族地区因民俗习惯的需求,有食用糯稻(大糯)习惯^[21],特别是香大糯在当前市场需求非常大。当前仍种植的大糯地方品种,整体表现为米质优,但植株较高、易倒伏和产量低等,如上思香糯、靖西香糯等,上思香糯株高 180 cm 以上^[22]。本研究鉴定出的 6 份强耐冷梗糯稻品种,除米质优外,(7)60216 和 70243 株高为 83~140 cm,可用于大糯品种改良,有望获得矮秆、耐冷和优质的大糯品种,可适应山区种植,适合特色稻米生产。目前,梗稻的耐冷性鉴定和利用较多^[23-24],籼稻较少,本结果鉴定出的 2 份耐冷籼粘稻可用于耐冷育种,改善当前推广品种耐冷性,减少寒露风和倒春寒造成的损失。

参考文献

- [1] 徐孟亮,陈淑媛,莫香,等. 水稻耐冷相关基因克隆研究进展[J]. 生命科学研究,2014,18(2):162-166
- [2] Zhang F, Ma X F, Gao Y M, et al. Genome-wide response to selection and genetic basis of cold tolerance in rice (*Oryza sativa* L.) [J]. BMC Genetics, 2014, 15 (55): DOI: 10.1186/1471-2156-15-55
- [3] 王庆国,黄增俊,黄归兰,等. 南宁市近 40 年寒露风演变趋势及对晚稻的影响[J]. 南方农业学报,2013,44(3):431-436
- [4] 张建华,廖新华,戴陆园,等. 稻种资源芽期和苗期的耐冷性评价[J]. 中国农学通报,1996,12(5):10-13
- [5] 金铭路,杨春刚,余腾琼,等. 中国水稻微核心种质不同生育时期耐冷性鉴定及其相关分析[J]. 植物遗传资源学报,2009,10(4):540-546
- [6] 韩龙植,曹桂兰,安永平,等. 水稻种质资源芽期耐冷性的鉴定与评价[J]. 植物遗传资源学报,2004,5(4):346-350
- [7] 李太贵,Visperas R M, Vergara B S. 水稻抗冷性与不同生长阶段的关系[J]. 植物学报,1981,23(3):203-207
- [8] 杨梯丰,张少红,赵均良,等. 水稻耐冷 QTL 定位的比较分析[J]. 分子植物育种,2015,13(1):1-15
- [9] 李莺歌,吴俊,柏斌,等. 水稻苗期耐冷性研究进展[J]. 杂交水稻,2015,30(3):9-16
- [10] 国家水稻数据中心. 耐寒性[EB/OL]. [2016-01-08]. <http://www.ricedata.cn/ontology/ontolog.aspx?ta=TO:0000303>
- [11] 梁耀魁,李英才,卢玉娥. 广西稻种资源苗期耐寒性筛选研究[J]. 广西农业科学,1986,17(4):1-4
- [12] 林登豪. 广西野生稻资源耐冷性鉴定[J]. 广西农业科学,1992,23(2):53-56
- [13] 陈成斌,李道远,黄勇,等. 普通野生稻资源耐冷性研究[J]. 广西农学报,1994,9(4):1-5
- [14] 李丹婷,夏秀忠,农保选,等. 广西地方稻种资源核心种质构建和遗传多样性分析[J]. 广西植物,2012,32(1):94-100
- [15] 韩龙植,张三元. 水稻耐冷性鉴定评价方法[J]. 植物遗传资源学报,2004,5(1):75-80
- [16] 郑向华,游年顺,黄利兴,等. 杂交水稻苗期抗寒性鉴定[J]. 福建农业科技,1996,27(5):7-8
- [17] 蒋向辉,余显权,赵福胜. 贵州地方耐冷水稻品种芽期和苗期耐冷性的相关性研究[J]. 西南农业学报,2004,17(2):177-180
- [18] 曾亚文,李绅崇,普晓英,等. 云南稻核心种质苗期耐冷性及其地理生态差异[J]. 生态环境,2006,15(2):345-349
- [19] 阮仁超,陈惠查,游俊梅,等. 贵州稻种遗传资源耐冷性鉴定与利用评价[J]. 贵州农业科学,2004,32(1):10-13
- [20] 曾亚文,李绅崇,普晓英,等. 云南稻核心种质孕穗期耐冷性状态间的相关性与生态差异[J]. 中国水稻科学,2006,20(3):265-271
- [21] 陈成斌,李丹婷,农保选,等. 广西沿海地区作物种质资源土著知识调查[J]. 广西农业科学,2009,40(5):580-584
- [22] 黎海洋,陆廷昔. 测土配方施肥与多效唑处理对水稻上思香糯的影响试验[J]. 安徽农学通报,2011,17(17):94-95,101
- [23] 乔永利,张媛媛,安永平,等. 梗稻芽期耐冷性鉴定方法研究[J]. 植物遗传资源学报,2004,5(3):290-294
- [24] 张建华,廖新华,杨晓洪,等. 梗稻育种材料的耐冷性评价[J]. 云南农业科技,1998(4):3-7

欢迎订阅 2017 年《植物科学学报》

《植物科学学报》是中国科学院主管、中科院武汉植物园主办、科学出版社出版、国内外公开发行的植物学综合性学术期刊,主要刊载植物学及各分支学科的原始研究论文。本刊为中国自然科学核心期刊,已被中国科学引文数据库核心库、《中文核心期刊要目总览》、中国科技论文与引文数据库、中国生物学文献数据库、中国核心期刊(遴选)数据库、中国知识资源总库《中国科技期刊精品数据库》、中国期刊全文数据库、《中国药文摘》、美国《化学文摘》、美国《生物学文摘》、美国《剑桥科学文摘》、自然科学、俄罗斯《文摘杂志》、日本《科学技术文献速报》、英国《国际农业与生物科学研究中心》文摘、波兰《哥白尼索引》、万方数据——数字化期刊群、中国学术期刊(光盘版)等二十多种国内外检索期刊、数据库作为核心期刊或统计源期刊收录。本刊曾相继获全国优秀科技期刊奖、中国科学院优秀期刊奖、湖北省优秀期刊奖。

本刊栏目设置有特邀综述、系统与进化、生态与生物地理、遗传与育种、生理与发育、资源与植物化学、技术与方法、研究快报、学术讨论、重要书刊评介和学术动态等。读者对象为科研院所和高等院校从事植物科学研究的科研人员、教师和研究生,以及相关学科、交叉学科的科技工作者。

月刊,每期定价 50 元,全年 300 元,国内外公开发行,邮发代号 38-103(国内),BM872(国外),刊号 CN 42-1817/Q,ISSN 2095-0837。全国各地邮局均可订阅(邮发代号:38-103),也可直接与本刊编辑部联系订阅(免收邮挂费)。

地址:武汉市武昌磨山中科院武汉植物园内《植物科学学报》编辑部

邮编:430074

电话:027-87510755;027-87510579

QQ:424353337

E-mail:editor@wbgcas.cn;zwkxjb@wbgcas.cn

网址:<http://www.plantscience.cn>