

杂草稻耐冷性状遗传规律研究

赵凤民

(黑龙江省农业科学院 佳木斯水稻研究所, 黑龙江 佳木斯 154026)

摘要:以红长芒杂草稻、白长芒杂草稻、龙粳 11、垦稻 8 号和绥粳 3 号为亲本材料, 配制完全双列杂交。对亲本材料及杂交 F_1 、 F_2 孕穗期耐冷性进行鉴定。结果表明: 杂草稻与栽培稻品种相比, 优势在于冷水处理下结实率高、成穗率高、后熟快。在冷水处理下, 对各组合 F_1 抽穗期、株高、穗数、成穗率、穗粒数、结实率、千粒重、穗颈长、成熟天数等主要性状进行配合力分析, 杂草稻多数性状的冷水反应指数值具有较高的一般配合力, 以杂草稻作亲本的 F_1 比普通栽培稻品种表现出较迟钝的冷水反应。在耐冷育种中, 冷水处理下狭义遗传力高的性状为株高、千粒重和结实率等, 且具有较高的一般配合力相对效应值, 容易通过对亲本的选择获得所期望的后代, 低世代选择效果好。

关键词:耐冷性; 鉴定; 冷水反应指数; 配合力; 遗传力; 世代选择

中图分类号: S511

文献标识码: A

文章编号: 1002-2767(2010)08-0028-03

由于杂草稻经过长期自然选择, 拥有丰富的遗传资源, 其适应性和抗逆性较强, 杂草稻不仅是水稻起源和进化研究的重要资源, 同时也是水稻育种的重要资源材料。开发和利用杂草稻的遗传资源, 丰富栽培稻品种的遗传基础对于今后的水稻育种工作非常必要。现对杂草稻耐冷性状遗传机制进行研究, 以便为今后的杂草稻耐冷资源利用提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料

采用的亲本材料为红长芒杂草稻、白长芒杂草稻、龙粳 11、垦稻 8 号和绥粳 3 号。

1.2 方法

试验设在黑龙江省农业科学院佳木斯水稻研究所试验地。2007 年按照 Griffing 分析方法, 配制完全双列杂交组合 20 个。2007 年冬温室加代。2008 年在黑龙江省第三积温带耐冷鉴定圃插植各组合亲本、 F_1 、 F_2 。随机区组设计, 3 次重复, 单本插, 插植规格 30 cm×16 cm。亲本及 F_1 各插植 45 穴, F_2 各插植 800 穴。从抽穗时开始调查, 亲本、 F_1 每重复挂牌 5 株, 取样 15 株; F_2 每个组合按抽穗期先后顺序, 取样 150 株。设常规对照区。

配合力及遗传力分析: 遗传分析采用 Griffing 的完全双列杂交第一种模式统计方法, 对各主要性状进行方差分析, 选择差异显著性状做配合力方差分析; 估算一般配合力和特殊配合力效应值并做出相应的差异显著性检验; 计算各性状的特殊配合力效应值。以固定模型(模型 I)计算

各种效应及其差异标准误差, 按随机模型(模型 II)估算各种方差分量及有关遗传参数^[1]。冷水反应指数(Cold response index, CRI), 即表示冷水处理下性状表型值与自然条件下性状表型值的相对比值, CRI 值用 $\arcsin(x)^{1/2}$ 数字转换后进行分析^[2]。

以鉴定孕穗期耐障碍型冷害为主, 7 月 10 日~8 月 10 日 17℃ 循环冷水串灌, 保持水深 10 cm。7 月 9 日对剑叶与倒 2 叶叶枕距—5~3 cm 的茎挂牌, 成熟期以挂牌穗为单位对耐冷性状分离状况进行调查, 调查抽穗天数、株高、穗数、成穗率、穗粒数、结实率、千粒重、穗颈长、成熟天数等性状, 每小区调查 15 株, 以其平均值作为统计单位。

2 结果与分析

2.1 杂草稻亲本间存在孕穗期耐冷性差异

2006 年对在 850 农场、红卫农场、宝山农场、佳木斯、鸡西、穆棱收集的 9 份杂草稻资源孕穗期耐冷性鉴定结果表明, 不同地区采集的杂草稻存在明显的孕穗期耐冷性差异, 结实率在 30.3%~98.7%, 采自穆棱和鸡西的 2 份杂草稻孕穗期耐冷性最差, 结实率分别是 30.3% 和 41.8%, 采自红卫农场和佳木斯的 2 份材料孕穗期耐冷性最好(作为该研究的杂草稻亲本), 结果率分别为 98.7%(红长芒)和 97.9%(白长芒)。

2.2 水稻品种间主要农艺性状的冷水反应差异

在冷水处理下 5 个亲本 8 个主要农艺性状的表型值和冷水反应指数(CRI)见表 1。CRI 在 0~100% 时, CRI 值越大, 冷水反应越迟钝, 而 CRI 值大于 100% 时, CRI 值越大, 冷水反应越敏感^[3]。各亲本材料抽穗天数的 CRI 值均大于 100%, 结实率、穗数、穗颈长、株高的 CRI 值均小

收稿日期: 2010-04-28

作者简介: 赵凤民(1972-), 男, 黑龙江省讷河市人, 硕士, 助理研究员, 从事水稻育种研究。E-mail: sdszfm@163.com。

于 100%,说明冷水处理使水稻品种相对于自然区抽穗期延迟、结实率降低、株高变矮、穗颈长变短、穗数减少。在供试材料中杂草稻的主要农艺性状 CRI 值较大,说明杂草稻对冷水的反应较迟钝,而栽培稻品种主要农艺性状的 CRI 变异幅度较大,说明这些品种对冷水的反应较敏感。杂草稻与栽培稻品种相比,优势在于冷水处理下结实率高、成穗率高、后熟快。

表 1 亲本材料主要性状的冷水反应差异

亲本	抽穗天数		株高		穗数		成穗率		千粒重		结实率		穗颈长		穗粒数	
	PV/d	CRI	PV/cm	CRI	PV/穗	CRI	PV/%	CRI	PV/g	CRI	PV/%	CRI	PV/cm	CRI	PV/粒	CRI
红长芒	101.2	103.2	104.5	99.0	15.3	100.9	97.8	102.5	24.7	97.6	98.7	99.3	8.2	99.6	85.0	101.2
白长芒	103.5	101.2	101.3	99.7	17.2	99.8	99.0	100.0	25.6	98.2	97.9	98.9	7.2	100.1	78.9	97.2
龙粳 11	95.3	100.5	100.2	101.0	17.8	93.5	95.3	99.2	26.8	102.0	63.2	65.7	5.1	97.4	95.5	100.5
垦稻 8 号	98.4	102.0	92.3	99.8	16.5	90.5	96.2	99.5	26.5	100.5	70.3	72.5	3.7	96.4	97.3	102.3
绥粳 3 号	97.8	101.3	96.8	98.2	17.0	87.6	97.2	98.5	26.5	101.2	75.7	76.8	5.0	98.5	89.5	99.8

注:PV 为类型值 Phenotypic Value 缩写。下同。

2.3 水稻主要农艺性状及对应 CRI 值的配合力方差分析

在冷水处理下,对各组合间抽穗期、株高、穗数、成穗率、穗粒数、结实率、千粒重、穗颈长、成熟天数 9 个主要性状进行配合力方差分析(见表 2)。9 个性状除穗数外,各主要性状的一般配合力(GCA)和特殊配合力(SCA)均显著,且一般配合力的变异大于特殊配合力的变异。说明在冷水处理下控制这些农艺性状表型值及 CRI 值的基因加性效应和非加性效应均很重要,但基因加性

效应大于非加性效应。以随机模型检验:正反交效应只有抽穗期达极显著水平,成穗率达显著水平,其余性状均不显著。这说明在正反交效应对比中,抽穗期的正反交差异达到极显著水平,成穗率正反交效应达到显著水平。在母性效应(MSm)对比中,抽穗期、结实率、成熟天数达到显著水平,说明母本差异在抽穗期、结实率和成熟天数上对 F₁ 影响较大。而在非母性效应(MSnn)对比中,穗粒数和株高达到显著水平,说明两性状受父本效应和环境效应影响较大。

表 2 9 种性状及对应 CRI 值的配合力方差分析

方差来源	自由度	抽穗期	株高	成穗率	穗数	穗粒数	结实率	千粒重	成熟天数	穗颈长
表现型	GCA	4	753.40**	1043.20**	165.80**	12.50	116.50**	251.30**	95.30**	29.50**
	SCA	10	60.50**	452.20**	2.70**	3.50	7.00**	119.30**	8.70**	6.90**
	MSr	10	0.61**	3.52	0.90	14.56	12.52	0.15	3.95	4.78
	MSm	3	0.70*	3.13	0.54	32.31	18.42	0.29*	4.64	6.26*
	MSnn	3	0.58*	9.57*	0.19	53.42	9.78	0.50	3.62	4.25
	Error	14	0.27	3.65	0.62	0.18	0.41	6.45	0.29	0.82
CRI	GCA	4	4.80**	653.50**	23.10**	2.54	25.20**	200.80**	37.40**	15.20**
	SCA	10	9.62**	37.40**	9.80**	9.68*	16.40**	180.40**	20.60**	8.40**
	Error	14	0.53	3.84	2.32	0.83	2.62	0.54	0.13	1.03

表 3 列出了 5 个亲本主要农艺性状一般配合力分析结果。抽穗天数的一般配合力较高的品种为红长芒、龙粳 11、垦稻 8 号;抽穗天数 CRI 值的一般配合力较高的品种为垦稻 8 号、红长芒;株高、结实率、成穗率、穗颈长对应 CRI 值的一般配

合力较高的品种为红长芒、白长芒;穗粒数一般配合力较高的品种为垦稻 8 号、绥粳 3 号;千粒重及其对应 CRI 值一般配合力较高的品种龙粳 11、垦稻 8 号、绥粳 3 号;成熟天数的一般配合力较高的品种为红长芒、垦稻 8 号。

表 3 5 个亲本主要农艺性状冷水反应的一般配合力比较

亲本	抽穗天数		株高		成穗率		穗粒数		千粒重		结实率		穗颈长		成熟天数	
	PV	CRI	PV	CRI	PV	CRI	PV	CRI	PV	CRI	PV	CRI	PV	CRI	PV	CRI
红长芒	9.70	3.2	10.29	4.80	15.12	10.50	-4.52	-0.28	-2.20	-0.23	20.54	15.79	1.21	1.57	27.1	-0.64
白长芒	1.31	1.2	3.30	3.72	12.32	7.36	-7.13	-0.43	-2.05	-0.31	19.87	6.53	7.20	0.45	9.8	-3.52
龙粳 11	4.52	-5.5	3.35	-0.25	2.14	-1.28	1.25	1.23	6.52	2.25	2.15	-12.32	10.12	-0.23	13.0	-3.31
垦稻 8 号	3.31	5.0	12.50	-1.21	8.52	-0.84	7.32	6.42	3.47	2.02	6.58	-7.64	3.74	-0.37	18.5	-9.22
绥粳 3 号	0.27	0.32	4.62	-0.74	7.45	1.25	5.58	3.78	4.32	1.58	3.74	-8.52	5.03	-0.65	9.5	-6.57

红长芒后代抽穗天数、株高、成穗率、结实率、穗颈长的 CRI 一般配合力均为正值,大小排列顺序为:结实率>成穗率>株高>抽穗天数>穗颈长,而成熟天数和千粒重为负值,说明以红长芒为亲本易于

获得结实率高、成穗率高、茎秆高、穗颈长、后熟快的后代。但其抽穗期一般配合力为正值,千粒重为负值,所以也带来生育期延长、粒重偏低的缺陷。

由此可以看出,杂草稻对多数性状的 CRI 值

具有较高的一般配合力,即以杂草稻作亲本的 F_1 比以普通栽培稻品种作亲本的 F_1 表现出较迟钝的冷水反应。其中,红长芒对主要农艺性状 CRI 值的一般配合力最突出,可以认为是针对耐冷育种的较好亲本材料。

2.4 遗传力分析

按照随机模型估算遗传力(见表 4)。8 个性

状的广义遗传力大小排序为:抽穗期>株高>千粒重>结实率>穗颈长>成熟天数>穗粒数>成穗率。广义遗传力大小反映遗传变异和环境变异的作用,即广义遗传力高则意味着遗传变异效应大,环境变异效应小。从所得结果分析,抽穗期、株高和千粒重具有很高的遗传效应,受环境效应影响小。

表 4 遗传力估值

项目	抽穗天数	株高	成穗率	穗粒数	结实率	千粒重	穗颈长	成熟天数
h_b	92.59	88.32	65.22	71.28	83.45	86.56	79.24	73.58
h_n	47.31	83.65	51.36	42.50	78.47	81.59	64.13	67.26

狭义遗传力大小排列顺序为:株高>千粒重>结实率>成熟天数>穗颈长>成穗率>抽穗天数>穗粒数。狭义遗传力表示加性遗传效应,由于排除了显性方差,对于育种工作比之广义遗传力更具有现实意义。

在耐冷育种中,冷水处理下狭义遗传力高的性状为株高、千粒重和结实率等,具有较高的一般配合力相对效应值,容易通过对亲本的选择获得所期望的后代,因此株高、千粒重和结实率性状在低世代选择效果好。

3 结论

杂草稻的冷水反应较迟钝,是针对耐冷育种较好的亲本材料。优势在于冷水处理下后代结实率高、成穗率高、后熟快。

在冷水处理下,各组合间抽穗期、株高、穗数、成穗率、穗粒数、结实率、千粒重、穗颈长、成熟天

数 9 种性状,除穗数外各主要性状的一般配合力和特殊配合力均显著,且一般配合力的变异大于特殊配合力的变异。说明在冷水处理下控制这些农艺性状表型值及 CRI 值的基因加性效应和非加性效应均很重要,但基因加性效应大于非加性效应。

杂草稻作母本,后代中出现结实率高、成穗率高、茎秆高、后熟快、抽穗期晚的材料几率较大。

杂草稻后代材料的株高、千粒重和结实率等性状,在低世代选择效果较好。

参考文献:

- [1] 姜健,李金泉,徐正进,等.水稻籼粳交主要性状遗传规律的研究[J].吉林农业科学,2001,26(2):3-6.
- [2] 韩龙植,元东林,玄英实,等.水稻主要农艺性状的冷水反应遗传分析[J].中国水稻科学,2004,18(1):23-28.
- [3] 韩龙植,曹桂兰,黄钟斗,等.水稻芽期耐冷性与其他耐冷性状的相关关系[J].作物学报,2004(10):990-995.

Study on the Inheritance of Cold Tolerance Characters of Weedy Rice

ZHAO Feng-min

(Jiamusi Rice Research Institute of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Jiamusi, Heilongjiang 154026)

Abstract: Red long awn weedy rice, white long awn weedy rice, Longjing 11, Kendao No. 8 and Suijing No. 3 were selected as parent materials, complete diallel cross was conducted. Cold tolerance in booting stage was identified with parent materials and their F_1 and F_2 progeny. The results as follows: compared with cultivated varieties, the seed setting rate and the spike rate of weedy rice were higher than those of cultivated varieties, ripening was speedier than that of cultivated varieties with cold water treatment. The combining ability of main characters for F_1 progeny of each cross combination such as heading date, plant height, spike number, spike rate, grain number per spike, seed setting rate, 1000-grain weight, neck length of spike and mature stage with cold water treatment were analyzed. Cold response index (CRI) of most characters for weedy rice had higher general combining ability. The cold water response of F_1 progeny which weedy rice was the parent was more insensitive than that of cultivated varieties. In cold tolerance breeding, the narrow heritability of plant height, 1000-grain weight and seed setting rate were higher with cold water treatment, and the general combining ability of these characters was higher, in this case, the expected generation would be selected by parent's selection, the effect of low generation selection would be better.

Key words: cold tolerance; identification; cold response index; combining ability; heritability; generation selection