

# 水稻籼爪重组自交系群体芽期耐旱性鉴定

樊庆鲁<sup>1,2</sup>, 郭加沅<sup>3</sup>, 肖国樱<sup>1\*</sup>

(1. 中国科学院亚热带农业生态研究所, 长沙 410125; 2. 中国科学院研究生院, 北京 100049; 3. 安化县农业局, 湖南安化 413500)

**摘要:** 以 20% PEG-6000 作渗透介质, 模拟干旱条件, 芽期处理水稻籼爪重组自交系 7 天, 测定处理后的胚根长、芽长、芽干重。以各性状相对值的耐旱级别而得出的耐旱总级别为指标, 筛选出 8 个耐旱株系, 它们可作为耐旱资源在育种和耐旱机理研究中应用。

**关键词:** 水稻; 重组自交系; 芽期; PEG 胁迫; 耐旱性

**中图分类号:** Q945 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2009)01-0074-04

## Drought tolerance of indica/javanica recombinant inbred line at germinating stage in rice

FAN Qing-Lu<sup>1,2</sup>, GUO Jia-Yuan<sup>3</sup>, XIAO Guo-Ying<sup>1\*</sup>

(1. Institute of Subtropical Agriculture, Chinese Academy of Sciences, Changsha 410125, China; 2. Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China; 3. Agricultural Bureau of Anhua County, Anhua 413500, China)

**Abstract:** Drought tolerance of indica/javanica recombinant inbred line (RIL) at germinating stage in rice by use of 20% PEG-6000 as water-stress agent were studied. The radicle length, shoot length and the dry weight of shoot were measured after the 20% PEG treatment for 7 days. The final class of drought tolerance, derived from the sum of the drought tolerance class of each trait, was used as index in assessing the drought tolerance of RIL. The results showed that eight lines are of drought tolerance among the 270 lines, which could be used as drought tolerance resources in rice breeding and research on mechanism of drought tolerance in rice.

**Key words:** rice; recombinant inbred line; germinating stage; PEG water-stress; drought tolerance

聚乙二醇(polyethylene glycol, PEG)是一种亲水性很强的大分子有机物, 溶于水后能产生强大的渗透压, 因此常用作植物耐旱性选择剂或水分胁迫剂。Kaufmann & Eckard(1971)报道, 在相同水势下, PEG-6000 对植物水分生理产生的影响和土壤干旱相似。Blum(1980)的研究表明, PEG 对筛选小麦苗期耐旱性是适用的。以后, 国内外相继出现了一系列的研究报道(Bressan 等, 1981; Smith 等, 1985; 张志胜等, 1993, 1995; 马彪, 1998)。近年来, 利用分子生物学手段研究植物耐旱性时常用一定浓度的 PEG 溶液处理植株, 然后研究水分胁迫下的

mRNA 差异表达或旱激蛋白的合成等, 进而研究植物的耐旱机理。

干旱是世界性问题, 作物耐旱性是国内外许多学者研究探讨的重要课题之一。水稻是主要的粮食作物之一, 水稻用水占农业用水的 70% 左右。随着全球气候的变暖, 高温干旱日益频繁, 水稻耐旱性研究显得越来越重要。前人对水稻苗期和大田期的耐旱性研究较多, 而对水稻芽期耐旱性研究和对水稻芽期耐旱性鉴定报道较少。本实验利用由籼型光温敏核不育系准 S(43S)/爪哇稻改良品系 770 构建的重组自交系群体“准 7RIL”为材料, 以 20% 的 PEG-

收稿日期: 2007-04-29 修回日期: 2008-08-13

基金项目: 中国科学院知识创新工程重要方向项目(KZCX3-SW-434); 湖南省“十一五”重大科技专项[Supported by Knowledge Innovation Program of the Chinese Academy of Sciences(KZCX3-SW-434); Special Fund for Major Technological Program in the 11th Five-Year Plan of Hunan Province]

作者简介: 樊庆鲁(1980-), 男, 山东郓城人, 硕士研究生, 主要从事水稻耐旱分子机理研究, (E-mail) fanqinglu05@mails.gucas.ac.cn.

\* 通讯作者(Author for correspondence, E-mail: xiaoguoying@isa.ac.cn)

6000(渗透势为-5.9bar,分子量 6000) 作渗透介质,研究重组自交系群体中 270 个不同株系在模拟干旱胁迫下的胚根长、芽长和芽干重等和耐旱性相关的性状,以期筛选出一批耐旱性较好的株系供育种利用和耐旱性机理研究。

## 1 材料与方 法

### 1.1 材料

本实验所用材料为籼型光温敏核不育系准 S (43S)/爪哇稻改良品系 770 的重组自交系群体“准 7RIL”(270 个株系)。该群体利用一粒传的方法构建,经过多代连续自交,株系内基因型纯合,性状稳定一致,不存在分离。所用的 PEG 分子量为 6 000,溶液浓度按质量体积比配制(w/v %)。

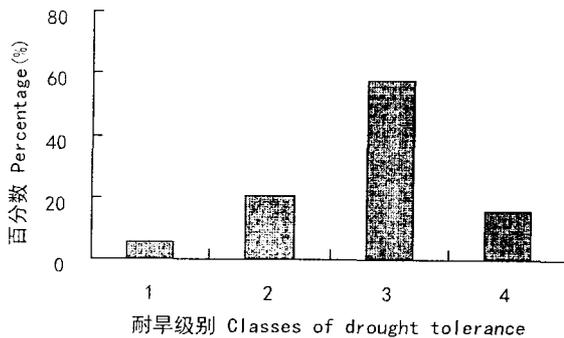


图 1 相对胚根长级别分布

Fig. 1 Distribution of the relative radicle length

### 1.2 实验方法

先把 150 粒种子放在三角瓶里,加 50 mL 蒸馏水室温下吸涨 24 h,然后放在 37 °C 培养箱里发芽 12 h。把萌动好的种子用 0.1% 的升汞表面消毒,然后露白的芽谷放在培养皿里,每皿 20 粒。培养皿中放两层滤纸,加芽谷后再放一层滤纸,盖上培养皿盖。对照组加 10 mL 蒸馏水,处理组加 10 mL 20% 的 PEG-6000,设一次重复。26.5 °C 的条件下培养室培养 7 d,7 d 后测量胚根和胚芽的长度,把胚芽取下后放在 105 °C 烘箱里杀青 1 h,再在 80 °C 下烘至恒重,万分之一电子天平称干重。各性状耐旱性以相对值表示:相对值=(胁迫测定值/对照测定值)×100%。长度单位为 cm,重量单位为 g,相对值为百分数。每项指标每株系观察和统计了 40 粒种子。

耐旱分级和总级别参照文献方法(高吉寅等,

1984;王贺正等,2004)进行划分:1. 相对胚根长分级:75%以上为 1 级;58%~74%为 2 级;41%~57%为 3 级;40%以下为 4 级。2. 相对芽长分级:40%以上为 1 级;33%~39%为 2 级;26%~32%为 3 级;25%以下为 4 级。3. 相对芽干重分级:45%以上为 1 级;35%~44%为 2 级;25%~34%为 3 级;24%以下为 4 级。4. 芽期耐旱总级别:相对胚根长、相对芽长和相对芽干重三项指标分级值总和在 3~4 为 1 级,5~7 为 2 级,8~10 为 3 级,11~12 为 4 级;级别数字越小,耐旱性越强。

## 2 结果与分析

### 2.1 胚根长

在 PEG-6000 胁迫下,各株系的胚根生长速度均比对照慢,从而表现为胚根长比对照均有所降低(47-251 和 47-274 除外)。胚根长相对值最大的为 129.2%,最小的为 14.7%,各级别分布见图 1。相对值在 75%以上(1 级)的有 15 个株系,占 5.6%。相对值小于 40%(4 级)的有 42 个株系,占 15.6%。

### 2.2 芽长

生长受抑制是水稻对水分胁迫最明显的生理效应。从试验结果看,PEG 胁迫下芽长均比对照缩短。芽长相对值最大的为 56.1%,最小的为 9.3%,各级别分布见图 2,相对值在 40%以上(1 级)的有 12 个株系,占 4.4%。相对值小于 25%(4 级)的有 129 个株系,占 47.8%。相对值的大小反映了不同株系对 PEG 的敏感程度不同,耐旱性强的株系在 PEG 胁迫下其芽生长速率下降缓慢,反之,下降迅速。

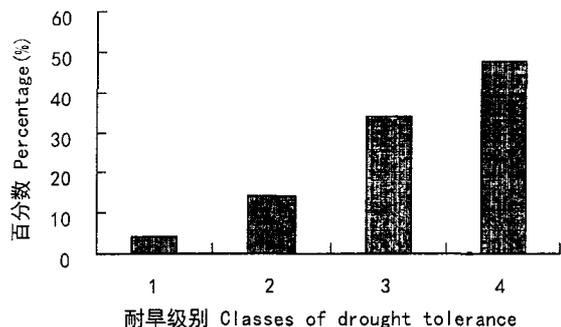


图 2 相对芽长级别分布

Fig. 2 Distribution of the relative shoot length

### 2.3 芽干重

PEG 胁迫下,各株系芽干重均比对照降低。其

相对值大小的不同也反映了各株系对 PEG 的敏感程度的差异。芽干重相对值最大的为 59.0%，最小的为 9.4%，各级别分布见图 3。相对值在 45% 以上(1 级)的有 22 个株系，占 8.1%。相对值小于 24%(4 级)的有 30 个株系，占 11.1%。

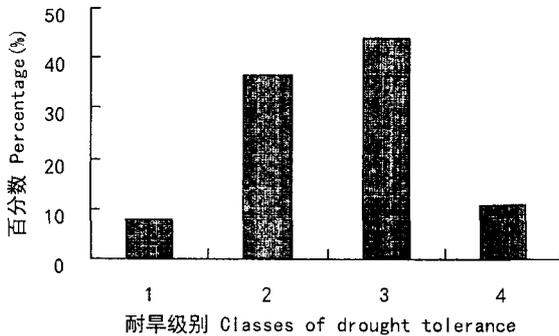


图 3 相对芽干重级别分布

Fig. 3 Distribution of the relative dry weight of shoot

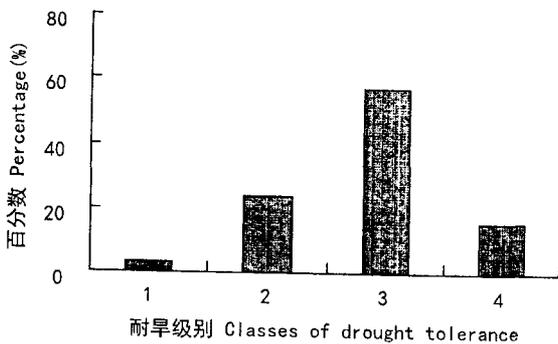


图 4 耐旱总级别分布

Fig. 4 Distribution of the final class

## 2.4 耐旱性分级

对各株系在 20% 的 PEG 溶液胁迫下的胚根长、芽长和芽干重的相对值大小进行分级,然后再计算出各株系所处的总级别,通过总级别来判断株系的耐旱性。筛选出的芽期耐旱性较好的株系(1 级)分别为:47-083,47-098,47-247,47-273,47-274,47-310,47-329,47-339,共 8 个,占 3.0%,可作为耐旱型资源在育种中应用和进行耐旱机理研究;2 级有 65 个株系,占 24.0%;三级有 155 个株系,占 57.4%;干旱敏感株系(4 级)有:47-003,47-008,47-037,47-041,47-045,47-046,47-054,47-056,47-063,47-064,47-081,47-086,47-094,47-134,47-136,47-139,47-144,47-149,47-193,47-199,47-224,47-275,47-282,47-285,47-295,47-297,47-298,47-299,47-305,47-307,47-308,47-317,47-318,47-324,47-325,

47-335,47-337,47-341,47-342,47-346,47-349,47-350,共 42 个,占 15.6%。耐旱总级别分布见图 4。

## 2.5 耐旱株系和敏感株系形态特征的初步观察

2007 年 4 月,把筛选出的 8 个耐旱株系和 42 个敏感株系进行了盆栽,苗期经初步观察,耐旱株系的根系比敏感株系普遍强壮发达,根的基部粗,根密集地长在根颈处,深根较多。苗期干旱时耐旱株系的卷叶程度和卷叶率明显小于敏感株系,而反复干旱后耐旱株系的存活率明显高于敏感株系。

## 3 讨论

### 3.1 PEG 浓度和耐旱性鉴定指标的确定

PEG 胁迫法筛选耐旱材料因为其简便易行,易于控制,周期短,只要种子质量有保证,可作为大批量的筛选方法(王贺正等,2004)。但 PEG 的处理浓度不同文献报道不一致(高吉寅等,1984;韩建民,1990;李自超等,2001;李姝晋等,2005),中国农大李自超等提出未浸种处理的种子可用 15% 的 PEG 溶液胁迫,浸种处理过的种子可用 20% 的 PEG 溶液胁迫(李自超等,2001)。在预备实验中采用 15% 浓度筛选时,耐旱类型与敏感类型差异不明显,因而改用 20% 浓度的 PEG 作为水稻芽期耐旱性筛选的浓度。预备实验中提供数据显示高浓度的 PEG 溶液(>20%)胁迫对所有试验材料损伤严重,达不到区分耐旱类型与敏感类型的目的。

对水稻苗期耐旱性鉴定的研究虽有报道,但不同研究者都提出各自的鉴定指标(韩建民,1990;李自超等,2001;凌祖铭等,2002)。而对芽期耐旱性的报道较少,王贺正等的研究认为,在芽期鉴定中,用各单项性状做出的判断之间差异很大,应该综合考虑各性状因素,以相对胚根长、相对芽长和相对芽干重作为耐旱性鉴定综合指标为最好,其判断结果与干旱棚、大田全生育期鉴定结果基本相似(王贺正等,2004)。从本研究的结果来看,采用相对胚根长、相对芽长和相对芽干重作为耐旱性鉴定综合指标来筛选耐旱株系,虽然相对芽长耐旱级别呈偏态分布,但总的耐旱级别呈正态分布,能够有效区分耐旱和敏感类型。

### 3.2 运用重组自交系解析爪哇稻耐旱性的可行性

爪哇稻主要分布于马来半岛、印度尼西亚、菲律宾等地的热带山区,其亲缘关系处在典型籼稻和典型粳稻之间,属于中间类型,它具有大穗、大粒、分蘖

少、生育期长和植株高等特点,耐旱性好(汤圣祥, 1996;肖国樱等, 1999, 2001)。Moroberekan B-51-4-9-2 是从国际水稻研究所引进的来自象牙海岸的旱稻品种,耐旱、抗稻瘟病,属于爪哇稻类型。改良爪哇稻品系 770 来自于培矮 64S/Moroberekan B-51-4-9-2 的系统选育株系。培矮 64S 本身具有爪哇稻血缘,广亲和基因来自爪哇稻培迪(罗孝和等, 1989)。准 S(43S)/770 是一个典型的亚种间杂交稻组合,它具有优良的株叶形态和强大的杂种优势,2001 年在长沙小面积种植的 43S/770 播始历期 108 d,两个小区实收产量分别为 10.80 和 11.25 t/hm<sup>2</sup>,比对照两优培九显著增产,品质达到国家二级优质米标准(Tang 等, 2002),是一个进行亚种间杂种优势和耐旱性研究的好材料。利用它来构建重组自交系,各株系间来源于爪哇稻的遗传成分不一样,通过基因差异显示、分子标记等技术可以判断出哪些爪哇稻的遗传组成和耐旱性相关。

#### 参考文献:

- 马彪. 1998. 甘薯悬浮细胞辐射诱变及突变体筛选[D]. 北京: 中国农业大学
- 汤圣祥. 1996. 栽培稻的起源和演化[C]//闵绍楷等. 水稻育种学. 北京: 中国农业出版社, 64—86
- 肖国樱. 1999. 爪哇稻品质性状表现及其利用价值探讨[C]//中国青年农业科学学术年报. 北京: 中国农业出版社, 338—342
- Blum A. 1980. An evaluation of seed and seedling drought tolerance screening tests in wheat[J]. *Euphytica*, **29**:727—736
- Bressan KA, Hasegawa PM, Avtar KH. 1981. Resistance of cultured high plants cells to polyethylene glycol induced water stress [J]. *Plant Sci Lett*, **21**:23—30
- Gao JY(高吉寅), Hu RH(胡荣海), Lu Z(路漳). 1984. Investigation on the physiological indices of drought resistance in the seedling stage of rice(水稻等品种苗期抗旱生理指标的探讨)[J]. *Sci Agric Sin*(中国农业科学), (4):41—45
- Han JM(韩建民). 1990. The responses of rice(*Oryza sativa*) seedlings to the osmotic stress and relation to the osmotic adjustment(抗旱性不同的水稻品种对渗透胁迫的反应及其与渗透调节的关系)[J]. *J Hebei Agric Univ*(河北农业大学学报), **13**(1):17—21
- Kaufmann MR, Eckard AN. 1971. Evaluation of water stress control with polyethylene glycols by analysis of guttation[J]. *Plant Physiol*, **47**:453—456
- Li SJ(李姝晋), Zhu JQ(朱建清), Ye XY(叶小英), et al. 2005. Double tolerant differences of rice under drought and salt stresses(干旱和盐胁迫下水稻品种的双重耐性差异)[J]. *Southwest Chin J Agric Sci*(西南农业学报), **18**(2):128—132
- Luo XH(罗孝和), Yuan LP(袁隆平). 1989. Selection of wide compatibility lines in rice(水稻广亲和系的选育)[J]. *Hybrid Rice*(杂交水稻), (2):35—38
- Li ZC(李自超), Liu WX(刘文欣), Zhao DL(赵笃乐). 2001. Comparison of growing tendency during young seedling between paddy rice and upland rice under PEG water-stress(PEG 胁迫下水、陆稻幼苗生长势比较研究)[J]. *J Chin Agric Univ*(中国农业大学学报), **6**(3):16—20
- Ling ZM(凌祖铭), Li ZC(李自超), Yu R(余荣), et al. 2002. Study on root characters of upland rice and paddy rice(*Oryza sativa*)(水、陆稻根部性状的研究)[J]. *J Chin Agric Univ*(中国农业大学学报), **7**(3):7—11
- Smith RH, Bhaskaran S, Miller FR. 1985. Screening for drought tolerance in sorghum using cell culture *in vitro*[J]. *Plant Cell Dev*, **21**(10):541—545
- Tang L, Xiao GY, Yuan LP, et al. 2002. Studies on heterosis of Peñai 64S/Javanica rice [J]. *Hunan Agric Sci Tech Newslett*, **3**(3):4—10
- Wang HZ(王贺正), Ma J(马均), Li XY(李旭毅), et al. 2004. Study on drought resistance and screening of the drought resistance assessment indexes at germinating stage of rice(水稻种质芽期抗旱性和抗旱性鉴定指标的筛选研究)[J]. *Southwest Chin J Agric Sci*(西南农业学报), **17**(5):594—599
- Xiao GY(肖国樱), Deng XX(邓晓湘), Tang L(唐俐). 2001. Study on the correlation of agronomic traits and heterobeltiosis of javanica rice and its hybrid(爪哇稻与其杂交种的性状相关性和超亲优势研究)[J]. *Chin Agric Sci Bull*(中国农学通报), **17**(3):33—35
- Zhang ZS(张志胜), Zhao SX(赵世麟). 1993. Preliminary studies on the mechanism for drought resistance of alfalfa resistant callus(苜蓿抗性斑伤组织抗旱机理的初步研究)[J]. *J South Chin Agric Univ*(华南农业大学学报), **14**(1):60—64
- Zhang ZS(张志胜), Zhao SX(赵世麟). 1995. Growth of alfalfa callus under osmotic stress and its plantlet regeneration(渗透胁迫下苜蓿斑伤组织的生长和植株再生)[J]. *Plant Physiol Commun*(植物生理学通讯), **31**(1):21—23