

黑龙江省水稻品种芽期抗旱性及形态指标筛选研究

王秋菊¹, 李明贤¹, 王贵森²

(1. 黑龙江省农科院 耕作栽培研究所 黑龙江 哈尔滨 150086; 2. 黑龙江省虎林市八五四农场 黑龙江 哈尔滨 158403)

摘要: 以 150 g/L 的 PEG-6000 溶液为渗透介质, 采用渗透胁迫的方法研究水分胁迫对黑龙江省水稻品种芽期形态指标的影响。研究表明: 水分胁迫降低了水稻的发芽势、发芽率、芽长、根长、根数、芽干质量、根干质量和芽鞘长不同品种表现不一致, 东农 425、哈 04-29、龙粳 21 抗旱性较强, 水稻芽长、根长、芽干质量、发芽率、芽鞘长可以作为评定水稻芽期抗旱性的主要指标。

关键词: 水稻; 芽期; 形态指标; 抗旱性

中图分类号: S511; S503.4 文献标志码: A 文章编号: 1000-2286(2012)04-0641-05

A Study on Drought Resistance and Screening of Morphological Indicators at Germinating Stage of Rice in Heilongjiang Province

WANG Qiu-ju¹, LI Ming-xian¹, WANG Gui-sen²

(1. Institute of Tillage and Cultivation, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150086, China; 2. 854 Farm, Hulin City, Heilongjiang Province, Harbin 158403, China)

Abstract: 150 g/L PEG-6000 was used to induce water stress, and the effect of water stress on morphological indicators at germinating stage of rice in Heilongjiang Province was studied. The results showed that the germination power, germination rate, seedling length, root length, root number, dry seedling weight of rice decreased under water stress, the dry root weight and coleoptile length showed inconsistent performance in different varieties, Dongnong425, Ha04-29, Longjing21 had strong drought resistance. The seedling length, root length, dry seedling weight, germination rate, coleoptile length could be used as the main indicators of access of drought resistance at the germinating stage of rice.

Key words: rice; germination stage; morphological indicators; drought resistance

干旱胁迫常常影响作物的生长发育, 造成作物减产。符冠富^[1]、张瑞珍^[2]认为, 水稻花期干旱胁迫会降低籽粒的结实率, 陶龙兴等^[3]认为水稻孕穗期干旱胁迫会降低籽粒的结实率; 冯利平^[4]认为双季稻在开花期前后干旱胁迫对生物量和产量影响大。干旱对农作物造成的损失在所有非生物胁迫中占首位。水稻是我国主要粮食作物, 其一生大部分时间田间持水量在 90% 以上, 消耗了大量生产用水。黑龙江省近几年来, 水稻生产面积迅速猛增, 2010 年达到 276.8 万 hm^2 。水田用水浪费, 水资源地区分布不均, 均加剧了黑龙江省农业上水资源缺乏的矛盾以及农业用水与工业、生活等方面用水的矛盾。因此, 减少农业用水, 尤其是减少水田用水是缓解水资源危机的主要途径。在生产中, 筛选耐旱、抗旱水稻

收稿日期: 2012-03-06 修回日期: 2012-04-19

基金项目: 黑龙江省省长基金(2009HSJ-A-2)和哈尔滨市创新工程(2010RFQYN112)

作者简介: 王秋菊(1978—), 女, 助理研究员, 博士生, 主要从事水稻耕作栽培研究, E-mail: bqjwang@126.com。

品种是节约农业用水,降低旱灾给农业生产带来危害的有效的、最经济的途径。本研究以黑龙江省近几年水稻品种为供试材料,初步探讨芽期水分胁迫对水稻的影响。

1 材料与方法

1.1 供试材料

供试材料为黑龙江省 10 个水稻品种,分别为:哈 04-29、龙粳 15、龙粳 16、龙粳 18、龙盾 105、龙粳 21、东农 425、东农 426、松粳 9 和松粳 12。

1.2 试验方法

采用 PEG 溶液对水稻种子进行发芽胁迫试验,分设 50、100、150、200 g/LPEG 溶液,以蒸馏水为对照(CK)。处理方法:将干种子加入尼龙小网袋,浸没于蒸馏水中,28℃下浸种 36 h 后将种子取出,用滤纸将种子表面的水吸干。在直径为 90 mm 的培养皿底部垫上圆形滤纸,每皿放种子 100 粒,2 次重复。处理为加不同浓度的 PEG 溶液 20 mL,对照为等量的蒸馏水,加盖盖好,放入温度为 30℃的恒温箱中。各培养皿每隔 24 h 各处理换一次对应浓度的溶液,对照更换蒸馏水。所用 PEG(聚乙二醇)分子量为 6 000,其溶液质量浓度按质量体积比配制(w/v)。

1.3 调查项目与方法

分别于处理后第 3 天和第 7 天调查发芽势和发芽率,于处理后第 10 天测定幼芽长度、根数、胚根长,分别取下根、芽、剩余种子在 105℃烘箱内杀青 1 h,80℃烘干后称取干质量^[5]。各性状抗旱性以相对值表示:

$$\text{相对值} = (\text{胁迫测定值} / \text{对照测定值}) \times 100\% \quad [6] \quad (1)$$

1.4 数据处理

采用 DPS 和 Excel 软件进行数据处理与分析。

2 结果与分析

2.1 PEG 质量浓度的确定

从本试验的研究结果来看,100 g/L 的 PEG 处理后,品种间差异不显著,品种与对照间差异也不显著,200 g/LPEG 处理后,品种受到严重干旱,生长受到抑制,不能很好地反应品种间的抗旱性,150 g/LPEG 处理后,与对照间差异达到极显著水平(品种间 $F = 92.78$, $F_{0.01} = 3.45$; 各品种与对照间 $F \geq 114.74$, $F_{0.01} = 21.19$)。因此,本研究选用 150 g/LPEG 处理。

2.2 渗透胁迫对水稻种子发芽势、发芽率的影响

水分胁迫对种子发芽势、发芽率均有不同程度的影响,水稻发芽势、发芽率下降,与郁飞燕等^[7]研究结果一致。从表 1 水稻种子发芽势、发芽率的相对值来看,水分胁迫对种子发芽势影响更大,水稻种子发芽势与发芽率之间呈极显著正相关关系($r = 0.873^{**}$),水稻初期发芽势的高低决定着种子后期的发芽率。按照表 2 水稻芽期各形态指标抗旱分级标准^[2]将水稻芽期性状进行相对分级,得出表 3 水稻芽期各性状的级别。从表 3 看出,东农 425、哈 04-29、龙粳 21、松粳 9、龙粳 16 和龙粳 18 这 6 个品种的发芽率抗旱级别为 2 级,松粳 12、龙粳 15、龙盾 105 和东农 426 这 4 个品种发芽率抗旱级别为 3 级。各品种发芽率抗旱级别与总抗旱级别的相关性达到显著水平(表 4)。

2.3 渗透胁迫对根、芽的影响

王贺正等^[2]研究认为:在水分胁迫下,胚芽鞘长度高于水作条件是水稻抗旱性的侧面反映,胚芽鞘相对值越高,表明水稻品种抗旱性越强。从表 1 看出,水分胁迫处理水稻芽鞘长相对值较高,胚芽鞘相对值越高,其对应的水稻抗旱级别越高,胚芽鞘抗旱性与水稻总抗旱级别的相关性也达到了显著水平。水稻芽长受水分胁迫影响较大,从其相对值来看,供试品种的水稻芽长相对值均在 33.9% 以下,东农 425 和哈 04-29 芽长抗旱级别为 2 级,龙粳 21 为 3 级,其余 7 个为 4 级,芽长抗旱性级别与抗旱总级别的相关性达到极显著水平。水分胁迫下水稻根数下降,但根数抗旱级别与总级别的相关性很小,水稻根数作为抗旱指标来评价水稻芽期抗旱性具有不确定性。水分胁迫下,水稻根长下降,抗旱性越弱的品种,根长的相对值越小,根长抗旱性分级与抗旱总级别相关性达到极显著水平。水分胁迫下,根干质量

相对值有升有降,根干质量的抗旱级别与总级别相关性不显著。芽干质量受水分胁迫影响程度较大,水分胁迫下水稻芽干质量下降,芽干质量越高,水稻抗旱性越强,水稻芽干质量抗旱性与水稻的总级别相关性达到极显著水平,相关系数在各项指标中最高。

表1 供试品种芽期性状相对值

Tab.1 Relative value of germination characters of tested varieties

品种 Varieties	发芽势 Germination	发芽率 Germination rate	芽鞘长 Bud length	芽长 Germination length	根数 Root number	根长 Root length	根干质量 Root dry weight	芽干质量 Germ dry weight
东农 425 Dongnong425	74.3	84.1	120.3	34.7	60.97	64.2	80.8	48.4
哈 04-29 Ha04-29	82.5	79.9	122.6	33.9	44.87	50.3	105.9	44.6
龙粳 21 Longjing21	76.3	78.8	114.8	26.5	55.07	54.4	87.4	41.5
松粳 9 Songjing9	34.6	77.2	114.1	23.8	65.97	52.5	79.3	35.7
龙粳 16 Longjing16	74.9	75.2	106.3	21.6	59.27	58.1	103.2	32.3
龙粳 18 Longjing18	67.4	73.7	110.2	20.9	71.77	48.2	62.3	32.1
松粳 12 Songjing12	47.5	67.9	95.8	18.2	57.87	43.5	81.6	28.7
龙粳 15 Longjing15	21.8	65.2	119.6	17.5	53.97	45.1	86.5	24.2
龙盾 105 Longdong105	13.5	61.3	105.6	17	51.07	38.7	56.8	16.1
东农 426 Dongnong426	7.4	56.5	91.8	15.4	45.97	45.2	72.1	10.5

表2 水稻芽期性状相对值分级标准

Tab.2 Grading standards of Relative value of germination characters

级别 Grade	发芽率 Germination rate	芽鞘长 Bud length	芽长 Germination length	根数 Root number	根长 Root length	根干质量 Root dry weight	芽干质量 Germ dry weight	总级别 1 Total grade 1	总级别 2 Total grade 2
1	90%	120% 以上	40%	70%	75%	130%	45%	11 ~ 13	3 ~ 4
2	70% ~ 89%	90% ~ 119%	33% ~ 39%	50% ~ 69%	58% ~ 74%	100% ~ 129%	35% ~ 44%	14 ~ 17	5 ~ 7
3	51% ~ 69%	60% ~ 89%	26% ~ 32%	30% ~ 49%	41% ~ 57%	60% ~ 99%	25% ~ 34%	18 ~ 21	8 ~ 10
4	50%	59% 以下	25%	29%	40%	59%	24%	22 ~ 25	11 ~ 12

从水稻芽期性状抗旱性分级与总级别来看,水稻芽鞘长、根长和芽干质量的抗旱级别与总级别间相关性达到极显著水平,将这3项作为抗旱总级别2,总级别2与抗旱总级别1(各单项指标分级值总和的分级值)的相关性达到极显著水平($r=0.907^{***}$),说明这3项指标可以作为判断水稻芽期抗旱性的主要评价指标,这与前人研究结果一致^[8-9],发芽率和芽鞘长也是作为水稻抗旱性评价的主要考察指标。

表 3 供试品种芽期性状抗旱分级
Tab. 3 Classification of drought resistance of varieties germination characters

品种 Varieties	发芽率 Germination rate	芽鞘长 Bud length	芽长 Germination length	根数 Root number	根长 Root length	根干质量 Root dry weight	芽干质量 Germ dry weight	总级别 1 Total grade 1	总级别 2 Total grade 2
东农 425 Dongnong425	2	1	2	2	2	3	1	1	2
哈 04-29 Ha04-29	2	1	2	3	3	2	2	2	2
龙粳 21 Longjing21	2	2	3	2	3	3	2	2	3
松粳 9 Songjing9	2	2	4	2	3	3	2	3	3
龙粳 16 Longjing16	2	2	4	2	3	2	3	3	3
龙粳 18 Longjing18	2	2	4	1	3	3	3	3	3
松粳 12 Songjing12	3	2	4	2	3	3	3	3	3
龙粳 15 Longjing15	3	2	4	2	3	3	3	3	3
龙盾 105 Longdong105	3	2	4	2	4	4	4	4	4
东农 426 Dongnong426	3	2	4	3	3	3	4	4	4

表 4 各形态指标抗旱级别与总级别相关系数
Tab. 4 Correlation coefficient between drought resistance grade and total grade %

	发芽率 Germination rate	芽鞘长 Bud length	芽长 Germination length	根数 Root number	根长 Root length	根干质量 Root dry weight	芽干质量 Germ dry weight
抗旱总级别 Total drought grade	0.656*	0.746*	0.854**	0.043	0.769**	0.383	0.943**

* 表示相关性达显著水平, ** 表示相关性达极显著水平。

* and ** indicates significant difference at 0.05 and 0.01 level.

3 结论与讨论

水稻芽期水份胁迫下, 供试的 10 个水稻品种中, 东农 425 的抗旱性最强, 抗旱级别为 1 级, 哈 04-29 和龙粳 21 为 2 级, 松粳 9、龙粳 16、龙粳 18、松粳 20、龙粳 15 为 3 级, 龙盾 105 和东农 426 抗旱性最弱为 4 级。不同品种间表现并不一致, 安永平对不同来源的粳稻和籼稻共 43 份进行的芽期抗旱筛选试验得出结果, 不同品种对水份胁迫表现不同, 有的抗旱性强, 有的抗旱能力较弱^[10], 与品种遗传特性有关。

对于水稻品种芽期抗旱指标的筛选与评定, 前人也有相关研究^[11-14], 认为用单一形态指标均不能作为品种抗旱的评价标准, 只有对各项指标进行综合评价才能得出比较精确的结果。本研究认为: 水稻芽长、根长、芽干质量、发芽率、芽鞘长可以作为水稻芽期品种抗旱性的主要评价指标, 与王贺正、李艳

等^[5-6,15] 研究结果一致,对于水稻根数和根干重作为品种抗旱性评价指标具有不确定性,有待于进一步研究。

当然,由于水稻的生长是受多因素的综合作用,相对发芽率或综合抗旱能力能否作为判断水稻苗期乃至全生育期的抗旱性,以及与苗期、全生育期抗旱性相关程度还有待进一步研究。

参考文献:

- [1]符冠富,陶龙兴,宋健,等.花期干旱胁迫对籼稻近等基因系育性的影响[J].中国水稻科学,2011,25(6):613-620.
- [2]张瑞珍,邵玺文,董淑媛,等.开花期水分胁迫对水稻产量构成及产量的影响[J].吉林农业大学学报,2006,28(17):1-7.
- [3]陶龙兴,符冠富,宋建,等.保持系稻株对孕穗期干旱胁迫伤害的育性响应与补水修复[J].作物学报,2010,36(9):1568-1577.
- [4]朱庆森,邱泽森,姜长鉴,等.水稻各生育期不同土壤水势对产量的影响[J].中国农业科学,1994,27(6):15-22.
- [5]李艳.水稻品种苗期抗旱性及鉴定指标筛选的研究[D].雅安:四川农业大学,2006:16-20.
- [6]王贺正,马均,李旭毅.水稻种质芽期抗旱性和抗旱性鉴定指标的筛选研究[J].西南农业学报,2004,17(5):594-599.
- [7]郁飞燕,张联合,李友军,等.干旱胁迫对水稻种子萌发的影响[J].山东农业科学,2011,8:36-39.
- [8]凌祖铭,李自超,余荣,等.水、陆稻根部性状的研究[J].中国农业大学学报,2002,7(3):7-11.
- [9]Price A H, Tomos A D, Virk D S. Genetic dissection of root growth in rice (*Oryza sativa* L.): I. A hydroponic screen [J]. TheorAppl Genet, 1997, 95: 132-142.
- [10]安永平.水稻抗旱性指标筛选及主要抗旱性状的遗传分析[D].北京:中国农科院作物科学研究所,2006:12-16.
- [11]李艳,马均,王贺正.水稻品种苗期抗旱性鉴定指标筛选及其综合评价[J].西南农业学报,2005,18(3):250-255.
- [12]Yadav R, Courtois B, Huang N, et al. Mapping genes controlling root morphology and root distribution in a double-haploid population of rice [J]. TheorAppl Genet, 1997, 94: 619-632.
- [13]Hemamalini G S, Shashidhar H E, Hittalmani S. Molecular marker assisted tagging of morphological and physiological traits under two contrasting moisture regimes at peak vegetative stage in rice (*Oryza sativa* L.) [J]. Euphytica, 2000, 112: 69-78.
- [14]Courtois B, Shen L, Petalcorin W, et al. Locating QTLs controlling constitutive root traits in the rice population IAC 165 x Co39 [J]. Euphytica, 2003, 134: 335-345.
- [15]王贺正,李艳,马均,等.水稻苗期抗旱性指标的筛选[J].作物学报,2007,33(9):1523-1529.