

大豆种子萌发期对渗透胁迫的响应

李俐俐¹, 刘天学^{1,2}, 赵霞²

(1. 周口师范学院生命科学系, 周口 466000; 2. 河南农业大学农学院, 郑州 450002)

摘要 在 PEG 模拟干旱条件下, 研究了五种大豆种子萌发期对渗透胁迫的响应。结果发现, 在 25% (W/V) 聚乙二醇 (PEG6000) 渗透胁迫环境中, 五种大豆种子吸水率为豫豆 26 > 豫豆 22 > 地神 2 > 中黄 20 > 周 C-4-1。在 15% (W/V) PEG6000 渗透胁迫下, 五种大豆种子的发芽势和发芽率均显著下降, 但相对发芽势除周 C-4-1 较低外, 其余四种无显著差异; 相对发芽率除周 C-4-1 和中黄 20 较低外, 其余三种无显著差异。渗透胁迫有利于大豆种子胚根的生长, 而抑制下胚轴的生长, 在豫豆 26、豫豆 22 和地神 2 表现得尤为显著。用隶属函数法对五种大豆萌发期抗旱性的综合评价结果表明, 豫豆 22 和豫豆 26 属强抗旱型, 地神 2 属较强抗旱型, 中黄 20 的抗旱能力中等, 周 C-4-1 则属于旱敏感型。

关键词 大豆; 萌发期; 渗透胁迫; 隶属函数

中图分类号 S 565.1 **文献标识码** A **文章编号** 1000-9841(2007)04-0550-05

RESPONSE OF SOYBEAN VARIETIES TO OSMOTIC STRESS AT GERMINATION STAGE

LI Li-li¹, LIU Tian-xue^{1,2}, ZHAO Xia²

(1. Department of Life Science, Zhoukou Normal University, Zhoukou 466000; 2. College of Agronomy, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002)

Abstract Response of five soybean varieties to polyethylene glycol (PEG) osmotic stress at germination stage was investigated. The sequence of inhale water rate of five soybean varieties, under 25% (W/V) PEG-6000 osmotic stress, was Yudou 26 > Yudou 22 > Dishen 2 > Zhonghuang 20 > Zhou C-4-1. The germination energy and germination rate of five soybean varieties decreased significantly ($P < 0.05$) under 15% (W/V) PEG-6000 osmotic stress, but the relative germination energy, except Zhou C-4-1, were no evident difference among the rest soybean varieties. The relative germination rate, except Zhou C-4-1 and Zhonghuang 20, were not markedly different among the rest soybean varieties. And the results showed that osmotic stress was in favor of radicle growth, but against hypocotyls growth, which were especially notable in Yudou 26, Yudou 22 and Dishen 2. The comprehensive evaluation on drought-resistance of five soybean varieties at germination stage was given based on subordinate function values analysis. The results suggested that Yudou 22 and Yudou 26 were high-drought-tolerant, followed by Dishen 2;

收稿日期: 2007-01-16

基金项目: 河南省教育厅自然科学基金(2006210010)

作者简介: 李俐俐(1973-), 女, 讲师, 硕士, 主要从事植物生理教学与研究。

通讯作者: E-mail: fxcx@zknu.edu.cn; Tel: 0371-63555687

Zhonghuang 20 is mid-drought-tolerant, while Zhou C-4-1 was drought-sensitive.

Key words Soybean (*Glycine max* (L.) Merr.); Germination stage; Osmotic stress; Subordinate function value

干旱胁迫对农业生产和社会生活有极其严重的影响,在诸多自然逆境中占居首位,其危害程度相当于其他自然灾害之和^[1]。我国水资源严重紧缺,人均水资源占有量不足世界人均水平的 1/4,大面积和季节性干旱严重制约着我国农业生产和农业经济的持续发展。据统计,全国每年因干旱缺水减产粮食 1 000 亿 kg 左右^[2]。大豆是世界五大经济作物之一,是人类优质的蛋白质和食用油脂的重要来源。但由于大豆根系不发达,生长发育需水量高,是豆类作物中对缺水最敏感的一种^[3]。黄淮平原是我国大豆主要产区之一,麦后免耕播种大豆是该区的传统耕作方式,播期土壤水分亏缺,往往造成缺苗断垄,对产量影响很大。因此,选择抗旱性较强的品种,对于保证播种质量,提高大豆产量具有重要意义。本试验采用 PEG 渗透胁迫处理,研究了五种大豆种子萌发期对渗透胁迫的响应,旨在为科学选种提供参考。

1 材料与方法

1.1 供试材料及处理

试验材料为豫豆 22、豫豆 26、中黄 20、地神 2、周 C-4-1,由河南省周口市农业科学研究院提供。精选无破损、大小一致的种子,用 1% 高锰酸钾溶液消毒 3~5 min,再用灭菌蒸馏水冲洗干净,用滤纸吸干附着水分,备用。

1.2 测定指标与方法

1.2.1 种子吸水率测定 将备用种子置于直径为 12.5 cm 的培养皿中,双层滤纸作发芽床,每皿 30 粒。加 25 mL 25% (W/V) PEG6000 溶液,置于 25℃ 条件下进行萌发,每隔 12h 测一次吸水率,4 次重复。

$$\text{种子吸水率}(\%) = \frac{\text{种子湿重} - \text{种子干重}}{\text{种子干重}} \times 100\%$$

1.2.2 萌发性状测定 将备用种子置于直径为 12.5 cm 的培养皿中,双层滤纸作发芽床,每皿 30 粒。加 25 mL 15% (W/V) PEG6000 溶液进行水分胁迫处理,以蒸馏水为对照(CK)。置于 25℃ 条件下进行萌发,每天清洗种子,换溶液 3~4 次,第 5 d

统计发芽势,第 8 d 统计发芽率、测量下胚轴长及胚根长,以下胚轴+胚根长长于种子为标准,计算相对发芽势、相对发芽率、相对下胚轴长、相对胚根长及胚根/下胚轴指数,4 次重复。

$$\text{发芽势 (Germination energy, GE)} (\%) = \frac{\text{发芽初期(第 5 d)正常发芽种子数}}{\text{供试种子数}} \times 100\%$$

$$\text{相对发芽势 (Relative germination energy, RGE)} (\%) = \frac{\text{处理发芽势}}{\text{对照发芽势}} \times 100$$

$$\text{发芽率 (Germination rate, GR)} (\%) = \frac{\text{发芽末期(第 8 d)正常发芽种子数}}{\text{供试种子数}} \times 100\%$$

$$\text{相对发芽率 (Relative germination rate, RGR)} (\%) = \frac{\text{处理发芽率}}{\text{对照发芽率}} \times 100\%$$

$$\text{相对胚根长 (Relative radicle length, RRL)} = \frac{\text{处理胚根长}}{\text{对照胚根长}}$$

$$\text{相对下胚轴长 (Relative hypocotyls length, RHL)} = \frac{\text{处理下胚轴长}}{\text{对照下胚轴长}}$$

$$\text{胚根/下胚轴指数 (Index of RRL/RHL)} = \frac{\text{相对胚根长}}{\text{相对下胚轴长}}$$

1.2.3 抗旱评价 采用隶属函数法^[4]进行抗旱性综合评价。隶属函数值计算公式为:

$$F_{ij} = \frac{X_{ij} - X_{min}}{X_{max} + X_{min}}$$

$$F_i = \frac{1}{n} \sum F_{ij}$$

F_{ij} 为第 i 个材料第 j 个性状的隶属值, X_{ij} 为第 i 个材料第 j 个性状胁迫对非胁迫的比值, X_{max} 、 X_{min} 分别为该性状中最大、最小比值。最后按材料将各性状的隶属值进行平均,得平均隶属函数值 F_i 。各供试材料按照下列标准进行抗旱性分级:

1 级:平均隶属值在 0.8 以上—强抗旱型;

2 级:平均隶属值在 0.6~0.8 之间—较强抗旱型;

3 级:平均隶属值在 0.4~0.6 之间—中间型;

4 级:平均隶属值在 0.2~0.4 之间—干旱较敏

感型；

5级：平均隶属值在0.2以下—干旱敏感型。

2 结果与分析

2.1 渗透胁迫条件下五种大豆种子吸水率的变化

在渗透胁迫环境中，五种大豆种子48h内吸水率的变化见图1。结果表明，五种大豆种子

吸水率均在24h达到最大，以后逐渐降低，即种子在渗透胁迫前期吸水，随着胁迫时间的延长，又逐渐失水。大豆种子在遭受渗透胁迫时，不同的大豆品种对水分的吸收能力是不同的，最大吸水率 $>80\%$ 的品种为豫豆26，最大吸水率 $>70\%$ 的品种为豫豆22， $60\%>$ 最大吸水率 $>50\%$ 的品种为地神2号和中黄20，最大吸水率 $<50\%$ 的品种为周C-4-1。

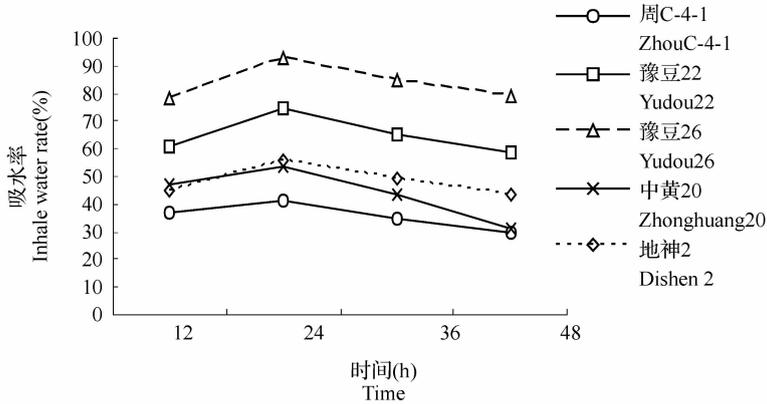


图1 25%(W/V)PEG胁迫条件下五种大豆种子吸水率的变化

Fig. 1 The changes of inhale water rate of 5 soybean varieties under 25% (W/V) PEG osmotic stress

2.2 渗透胁迫条件下五种大豆种子发芽势和发芽率的变化

由表1可见，五种大豆种子的发芽势和发芽率均有差异，并且在渗透胁迫环境中，发芽势和发芽率均显著降低。在渗透胁迫环境中，豫豆22和豫豆26的发芽势显著高于地神2号和中黄

20，极显著高于周C-4-1，但相对发芽势除周C-4-1明显较低外，其余四个品种差异不显著；豫豆22、豫豆26和中黄20的发芽率显著大于地神2号，极显著大于周C-4-1，但相对发芽率周C-4-1最低，其次为地神2号，其余三个品种无显著差异。

表1 15%(W/V)PEG胁迫对五种大豆种子发芽势和发芽率的影响

Table 1 Effects of 15% (W/V) PEG osmotic stress on germination energy and germination rate of 5 soybean varieties

品种	处理	发芽势(%)	相对发芽势(%)	发芽率(%)	相对发芽率(%)
Varieties	Treatment	GE	RGE	GR	RGR
周C-4-1	CK	53.9±4.3b		81.3±5.5a	
Zhou C-4-1	PEG	23.3±1.7e	43.2±2.1b	25.5±2.2d	31.4±2.5c
豫豆22	CK	65.6±3.9a		88.4±4.7a	
Yudou 22	PEG	33.3±2.1c	50.8±1.8a	50.2±3.3b	56.8±2.6a
豫豆26	CK	72.4±4.7a		84.8±4.8a	
Yudou 26	PEG	35.0±1.4c	48.3±2.5a	44.4±2.4b	52.4±3.1a
中黄20	CK	56.3±3.5b		85.7±6.2a	
Zhonghuang 20	PEG	27.8±1.6d	49.4±2.2a	44.3±2.3b	51.7±2.6a
地神2	CK	55.2±4.1b		85.6±5.3a	
Dishen 2	PEG	27.1±2.2d	49.1±2.0a	38.1±1.8c	44.5±3.4b

注：表中同列不同小写字母为F检验($\alpha=0.05$)差异显著。下同。

Note: The lowercase letters in the same column indicate significant different by F test at 0.05 level. The same as below.

2.2 渗透胁迫条件下五种大豆种子胚根和下胚轴生长的变化

结果(表 2)表明,在相同条件下,不同大豆品种之间的胚根和下胚轴的生长均有明显差异,并且在低渗溶液(蒸馏水)中有利于大豆下胚轴的生长而不利于胚根生长,在渗透胁迫环境中则相反。不同品种之间的相对胚根长也存在着显著差异,以豫豆

26、豫豆 22 和地神 2 号较大,周 C-4-1 次之,中黄 20 最小。五个大豆品种之间的相对下胚轴长均有显著差异,以周 C-4-1 最大,中黄 20 最小。在干旱胁迫环境中,品种之间的胚根长/下胚轴长的差异显著性明显大于对照,胚根长/下胚轴长指数也存在显著差异。

表 2 15%(W/V)PEG6000 胁迫对五种大豆种子胚根和下胚轴生长的影响

Table 2 Effects of 15%(W/V)PEG osmotic stress on the growth of radicle and hypocotyls of 5 soybean varieties

品种 Varieties	处理 Treatment	胚根长(cm) RL	相对胚根长 RRL	下胚轴长 cm) HL	相对下胚轴长 RHL	胚根长/下胚轴长 RL/HL	胚根/下胚轴指数 Index of RRL/RHL
周 C-4-1	CK	3.60±0.55g	2.01±0.17b	7.77±1.51b	0.91±0.1a	0.47±0.02e	2.21±0.15d
Zhou C-4-1	PEG	7.23±0.42d		7.07±0.72b		1.04±0.09d	
豫豆 22	CK	4.63±0.52f	3.02±0.27a	12.10±0.91a	0.47±0.03d	0.38±0.02f	6.43±0.45a
Yudou 22	PEG	14.00±1.31b		5.64±0.67c		2.52±0.1a	
豫豆 26	CK	5.37±0.55e	3.32±0.31a	11.63±0.84a	0.63±0.07b	0.47±0.06e	5.27±0.38b
Yudou 26	PEG	17.84±1.87a		7.37±0.31b		2.46±0.32a	
中黄 20	CK	4.20±0.39f	0.83±0.08c	11.61±0.37a	0.2±0.01e	0.36±0.06f	4.15±0.31c
Zhonghuang 20	PEG	3.47±0.35g		2.30±0.29d		1.48±0.14c	
地神 2	CK	4.00±0.21fg	2.84±0.22a	10.60±1.71a	0.54±0.06c	0.4±0.07f	5.26±0.4b
Dishen 2	PEG	11.35±0.95c		5.72±0.37c		2.01±0.14b	

2.4 渗透胁迫条件下五种大豆种子萌发期的抗旱评价

以相对发芽势、相对发芽率、相对胚根长和胚根/下胚轴指数为参数,分别计算其隶属函数值,并对五个大豆品种萌发期的抗旱能力进行综合评价。

结果(见表 3)表明,在种子萌发期,豫豆 22 和豫豆 26 的平均隶属值均大于 0.8,属强抗旱型;地神 2 的平均隶属值在 0.6~0.8 之间,属较强抗旱型;中黄 20 的平均隶属值在 0.4~0.6 之间,抗旱能力中等;周 C-4-1 的平均隶属值小于 0.2,属干旱敏感型。

表 3 五种大豆种子萌发指标的隶属函数值及抗旱分级

Table 3 The subordinate function values of the germination indexes of 5 soybean varieties and evaluation on drought-resistance

品种 Varieties	相对发芽势 RGE	相对发芽率 RGR	相对胚根长 RRL	胚根/下胚轴指数 Index of RRL/RHL	均值(级别) Average (Rank)
周 C-4-1	10.00	—	0.47	—	0.12(5)
Zhou C-4-1					
豫豆 22	1.00	1.00	0.88	1.00	0.97(1)
Yudou 22					
豫豆 26	0.67	0.83	1.00	0.73	0.81(1)
Yudou 26					
中黄 20	0.82	0.80	—	0.46	0.52(3)
Zhonghuang 20					
地神 2 号	0.78	0.52	0.81	0.72	0.71(2)
Dishen 2					

3 结论与讨论

3.1 种子吸水率用以表示种子在胁迫条件下对水分的摄取状况,反映了种子在干旱条件下可以维持生命的能力。种子吸水率可作为一种鉴定大豆抗旱性的生理指标,且吸水率越高,抗旱性越强^[5]。试验结果(图1)提示五种大豆种子萌发期的抗旱能力为豫豆26>豫豆22>地神2号>中黄20>周C-4-1。

3.2 发芽势是指种子发芽初期正常发芽种子数占供试种子数的百分率。种子发芽势高,则表示种子活力强,发芽整齐,出苗一致,增产潜力大。发芽率是指在发芽试验终期全部正常发芽种子数占供试种子数的百分率。种子发芽率高,则表示有生活力的种子多,播种后出苗数多。试验结果(表1)表明,在渗透胁迫环境中,豫豆22和豫豆26种子的发芽势和发芽率较高,其次为中黄20和地神2,周C-4-1则较低。

3.3 作物对土壤干旱首先感受的器官是根系,根系的特性和活动与抗旱性有密切的关系^[4,6]。在土壤比较干旱的条件下(相对含水量55%),抗旱性强的品种发芽迅速,胚根的生长速度快,发根能力强,能很快形成幼苗根系,主根下扎深度大于其它品种^[7]。在干旱条件下,强大的根系是大豆抗旱的重要特征之一。因此,根系作为研究和改良作物耐旱性的一个重要组成部分,正引起研究者的重视^[8~11]。Hudak等曾比较了2个农艺性状相近但抗旱性不同的大豆品种的根系性状,发现抗旱性强的品种的根量、根体积、根表面积远远超过抗旱性差的品种^[9,12]。结果表明,低渗溶液中,大豆下胚轴的生长速度显著大于胚根,而在高渗溶液(干旱胁迫)中,胚根生长速度则显著大于下胚轴,这在抗旱性强的品种(豫豆26、豫豆22和地神2号)中表现得尤为显著。高渗溶液促进大豆胚根生长,而抑制下胚轴生长,可能是大豆在种子萌发过程中调节营养分配以适应干旱环境的结果。因此,胚根和下胚轴的生长状况可作为评价大豆萌发期抗旱性的生理指标。

3.4 抗旱性是一个受多种因素影响的复杂的数量性状,单一指标难以全面准确地反映抗旱性强弱,必须结合多种指标进行综合评价^[13]。隶属函数分析提供了一条在多指标测定基础上对材料特性进行综合评价的途径,将它应用于抗旱育种的选择,可以提

高抗旱性筛选的可靠性^[14,15]。通过对五个大豆品种种子萌发期的主要性状的隶属函数分析表明,豫豆22和豫豆26的平均隶属值均大于0.8,属强抗旱型;地神2的平均隶属值在0.6~0.8之间,属较强抗旱型;中黄20的平均隶属值在0.4~0.6之间,抗旱能力中等;周C-4-1的平均隶属值小于0.2,属于旱敏感型。

参 考 文 献

- [1] 汤章城. 植物对渗透和淹水胁迫的适应机理. 见:余叔文,汤章城主编. 植物生理和分子生物学[M]. 北京:科学出版社, 1998,739-751.
- [2] 康绍忠. 新的农业科技革命与21世纪我国节水农业的发展[J]. 干旱地区农业研究,1998,17(1):11-17.
- [3] 杨鹏辉,李贵全,郭丽,等. 干旱胁迫对不同抗旱大豆品种花荚期质膜透性的影响[J]. 干旱地区农业研究,2003,21(3):127-130.
- [4] 孙祖东,陈怀珠,杨守臻等. 大豆抗旱性研究进展[J]. 大豆科学,2001,20(3):224-225.
- [5] 吴伟,陈学珍,谢皓,等. 干旱胁迫下大豆抗旱性鉴定[J]. 分子植物育种,2005,3(2):188-194.
- [6] 刘学义. 大豆抗旱性鉴定与指标的综合评价[J]. 中国油料,1986,(4):23-26.
- [7] 谢甫绶,董钻,刘宛,等. 渗透胁迫下大豆抗旱机理的初步研究[J]. 沈阳农业大学学报,1995,26(1):8-12.
- [8] Liu F L, Andersen M N, Jensen C R. Root signal controls pod growth in drought-stressed soybean during the critical, abortion-sensitive phase of pod development[J]. Field Crops Research,2004,85:159-166.
- [9] Hudak C M, Patterson R P. Root distribution and soil moisture depletion pattern of a drought-resistant soybean plant introduction[J]. Agron Journal,1996,(88):478-486.
- [10] Hoogenboom G M, Huck C M, Peterson R P. Root growth rate of soybean as affected by drought stress[J]. Agron Journal,1987,79:607-614.
- [11] Garay A F, Wilhelm W W. Root system characteristics of two soybean isolines undergoing water stress conditions [J]. Agron Journal,1983,75(6):973-977.
- [12] Hudak C M, Patterson R P. Vegetative growth analysis of a drought-resistant soybean plant introduction[J]. Crop Science,1995,35:464-471.
- [13] 岳爱琴,杜维俊,赵晋忠,等. 不同大豆品种抗旱性的研究[J]. 山西农业大学学报,2005,25(2):157-160.
- [14] 张海燕,焦碧婵,李贵全. 大豆抗旱性鉴定指标评价的研究[J]. 大豆科学,2005,24(3):183-188.
- [15] 张海燕,李贵全. 大豆抗旱性与生理生态指标关系的研究[J]. 中国农学通报,2005,21(8):140-142.