

不同大豆品种苗期抗旱性比较

朱 鹏¹, 韩 阳^{1,2}, 阮亚男¹

(¹ 辽宁大学生命科学院, 辽宁 沈阳 110036; ² 辽宁省农业科学院, 辽宁 沈阳 110161)

摘 要:用不同浓度的 PEG-6000 对抗旱性不同的冀黄 13、抚 FG-17、晋豆 19、冀 nf-58 和沈农 96-18 5 个大豆品种(系)进行渗透胁迫处理,研究了干旱条件对大豆幼苗叶片相对含水量、细胞膜相对透性、丙二醛含量、过氧化氢酶活性、脯氨酸含量等生理指标的影响。结果表明:随干旱程度加深,植物的相对含水量逐渐下降,细胞膜相对透性和丙二醛含量逐渐升高,过氧化氢酶活性先升后降,脯氨酸含量持续增大。以上述指标综合评价 5 个大豆品种的抗旱性,其顺序为:抚 FG-17 > 冀黄 13 > 晋豆 19 > 冀 nf-58 > 沈农 96-18。

关键词:大豆;抗旱性;聚乙二醇

中图分类号:S565.1

文献标识码:A

文章编号:1000-9841(2008)04-0711-04

Comparsion on Drought Resistance of Different Soybean Varieties at Seedling Stage

ZHU Peng, HAN Yang, RUAN Ya-nan

(¹ School of Life Sciences, Liaoning University, Shenyang 110036; ² Liaoning Academy of Agricultural Sciences, Shenyang 110161, Liaoning, China)

Abstract: To investigate the effect of simulated drought reagent and select drought tolerant soybean varieties, Jihuang 13, Fu FG-17, Jindou 19, Ji nf-58 and Shennong 96-18 five soybean varieties (lines) were treated with 0, 1%, 3%, 6% PEG-6000 at seedling stage, and relative water content, relatively permeability of plasma, MDA content, CAT activity and contents of free proline were determined 3 days later. With the aggravation of simulated drought degree, relative water content declined step by step, penetrability of plasmalemma, MDA and proline content increased, CAT activity showed an increasing and then decreasing trend. Based on the 5 physiological traits, Fu FG-17 had the best drought resistance, and the drought resistance of 5 varieties were Fu FG-17, Jihuang 13, Jindou 19, Ji nf-58, and then Shennong 96-18, orderly.

Key words: Soybean; Drought resistance; Polyethylene glycol

大豆是重要的粮食和油料作物,也是人类的主要食用蛋白和工业原料的重要来源。大豆需水量较高,根系不发达,是豆类作物中对缺水最敏感的一种。水分亏缺严重影响了大豆的产量,要减弱干旱威胁,利用大豆自身的抗旱能力是一种重要、经济、有效的措施。遗传研究表明,抗旱性是可遗传的。因此,提高大豆品种的抗旱性并准确地鉴定品种的抗旱性尤为重要。但是,不同大豆品种的抗旱机制可能不完全相同,大豆的抗旱性是由众多因子决定的,不宜就某一个生理参数来判断其抗旱性,而应根据众多参数进行综合评判^[1-3]。采用沙基栽培、聚乙二醇模拟干旱的处理方法,研究了与抗旱性相关的叶片相对含水量、细胞膜相对透性、丙二醛含量、

过氧化氢酶活性、脯氨酸含量等生理指标的影响,旨在为建立大豆抗旱性的生理指标综合评价体系及大豆高产抗旱品种的鉴定提供一定的依据。

1 材料和方法

1.1 供试材料

供试的大豆 (*Glycine max* Merrill) 品种为冀黄 13、抚 FG-17、晋豆 19、冀 nf-58、沈农 96-18。种子由辽宁省农科院惠赠。

1.2 试验设计

1.2.1 材料的培养与处理 将模拟干旱试剂聚乙二醇-6000 (PEG-6000) 用 1/2 Hoagland 溶液配成浓

收稿日期:2008-01-10

基金项目:国家攻关资助项目(2003ba538c)。

作者简介:朱鹏(1982-),男,理学学士,研究方向植物生物技术。

通讯作者:韩阳。E-mail:hanyang@lnu.edu.cn。

度为1%、3%、6%的溶液,待用。

挑选籽粒饱满、完整的种子,用0.1%的氯化汞溶液消毒10 min后用蒸馏水冲洗干净,将其平铺于培养皿中,加入适量蒸馏水,室温浸种24 h,然后种入铺有洗净河沙的瓷盘中培养。每天浇1/2 Hoagland营养液。当幼苗长至三叶期时,用0、1%、3%、6%的PEG-6000溶液进行模拟干旱处理,处理3 d后,进行生理指标的测定。

1.3 测定项目与方法

叶片相对含水量采用张志良^[4]的方法测定。细胞质膜透性的测定采用相对电导率法^[5]。丙二醛含量的测定采用侯福林^[6]的方法。过氧化氢酶(CAT)活性的测定参照杨剑平^[7]的方法。酶活性用每克鲜重标样品1 min内分解H₂O₂的毫克数表示。脯氨酸(Pro)含量的测定:采用茚三酮比色法^[8]。检测数值均为3次重复的平均值。采用Duncan法进行数据差异显著性多重比较。

表1 PEG对大豆叶片相对含水量的影响

Table 1 Effect of PEG treatment on the relative water content of soybean leaves/%

品种(系) Varieties (lines)	PEG-6000 浓度 PEG-6000 concentration/%			
	0	1	3	6
冀黄 13 Jihuang 13	85.67 ± 2.56	83.23 ± 5.09	79.94 ± 4.69	73.65 ± 4.03
抚 FG-17 Fu FG-17	86.92 ± 3.06	84.07 ± 1.28	80.61 ± 7.26	74.27 ± 8.05
晋豆 19 Jindou 19	85.02 ± 7.24	81.97 ± 4.59	76.45 ± 6.08	68.39 ± 5.56
冀 nf-58 Ji nf-58	81.54 ± 7.29	78.59 ± 6.61	73.81 ± 3.48	66.55 ± 6.38
沈农 96-18 Shennong 96-18	83.46 ± 5.61	80.11 ± 6.21	74.26 ± 1.72	65.64 ± 3.35

为试验中最大值,表明其细胞渗透调节能力较差。3%、6%处理组叶片相对含水量下降幅度顺序一致,因此可以认为,以相对含水量计,5个大豆品种抗旱性顺序为:冀黄13 > 抚FG-17 > 冀nf-58 > 晋豆19 > 沈农96-18。

2.2 模拟干旱胁迫对大豆叶片细胞膜相对透性的影响

在干旱或其它不良条件影响时,细胞膜常伤害而引起膜透性的改变,细胞内含物不同程度外渗,表现为外渗电导度增大;相对电导率愈大,表明膜透性变化愈大,受伤愈严重,抗性愈弱。图1反应出各品种大豆随PEG浓度增加,叶片相对电导率增大,但增大程度不同。抚FG-17在各胁迫浓度下,相对电导率增幅最小,表明膜结构破坏程度低于其它4个品种;而沈农96-18在各胁迫浓度下,相对电导率增幅最大,表明膜结构破坏程度高于其它4个品种。

由图1可见,以细胞膜相对透性变化为指标,PEG模拟干旱条件下,5个品种大豆苗期抗旱性顺

2 结果与分析

2.1 模拟干旱胁迫对大豆叶片相对含水量的影响

叶片相对含水量是反映植物水分状况的重要指标,相对较高的叶片相对含水量可以有效地保持叶绿体的结构和PS II功能,使植物进行有效的光合作用^[9]。

用0、1%、3%、6%的PEG-6000溶液处理大豆幼苗,结果表明(表1),模拟干旱导致幼苗叶片相对含水量下降,下降幅度随干旱程度的加深而增大。统计分析表明,对照组各品种间叶片相对含水量无显著性差异($P>0.05$),1%处理组与各对照间无显著性差异($P>0.05$);而3%、6%处理组与各对照间出现显著性差异($P<0.05$),3%与6%处理组间也出现显著性差异($P<0.05$)。在5个品种中,以沈农96-18相对含水量下降最明显,冀黄13下降幅度最小;6%处理组,沈农96-18相对含水量下降21.35%,

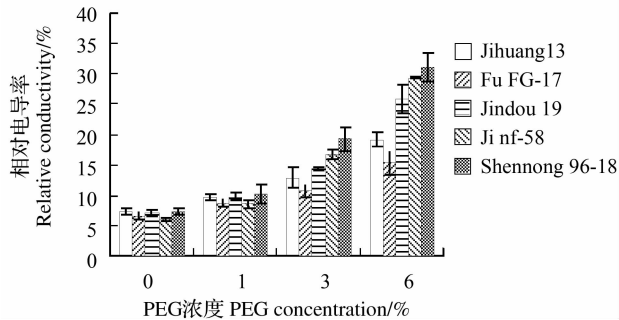


图1 PEG处理对大豆叶片细胞外渗液相对电导率的影响
Fig.1 Effect of treatment with PEG on extracellular fluid relative conductivity in soybean leaves

序是:抚FG-17 > 冀黄13 > 晋豆19 > 冀nf-58 > 沈农96-18。

2.3 模拟干旱胁迫对大豆叶片丙二醛(MDA)含量的影响

MDA是膜脂过氧化的产物,是最常用的膜脂过氧化指标,MDA含量可以在一定程度上反映膜脂的过氧化损伤^[10]。研究显示,5种大豆幼苗叶片MDA

含量(图 2)随着干旱胁迫程度的加剧而显著增加($P < 0.05$)。在正常培养条件下,5 种幼苗叶片之间 MDA 含量差异不明显($P > 0.05$),但在胁迫条件下,MDA 含量为:抚 FG-17 > 冀黄 13 > 晋豆 19 > 冀 nf-58 > 沈农 96-18,这与干旱胁迫对细胞膜相对透性的影响相一致,由此说明,以 MDA 含量为指标,5 个品种大豆苗期抗旱性顺序是:抚 FG-17 > 冀黄 13 > 晋豆 19 > 冀 nf-58 > 沈农 96-18。

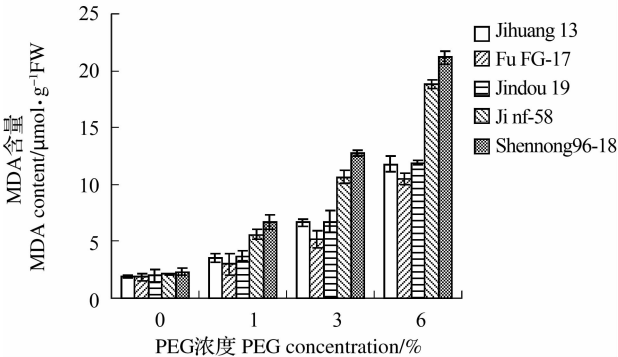


图 2 PEG 处理对大豆叶片丙二醛(MDA)含量的影响
Fig. 2 Effect of treatment with PEG on MDA content in soybean leaves

2.4 模拟干旱胁迫对大豆叶片过氧化氢酶活性的影响

在正常和低胁迫强度下,植物细胞内的活性氧积累和抗氧化体系之间保持着很好的平衡关系,体内产生的活性氧可被抗氧化体系有效清除。但随着胁迫强度或胁迫时间增加,细胞内活性氧大量积累超过了植物细胞的抗氧化能力范围,这种平衡就会被破坏,从而造成伤害^[11-12]。从表 2 可以看出,除晋豆 19 的 CAT 活性在 6% PEG 的胁迫时与对照差异不显著外($P > 0.05$),5 个品种其余处理的 CAT 活性在干旱胁迫下都比对照显著增加或减少($P < 0.05$),而且都呈现先增加再减少的趋势。冀 nf-58、沈农 96-18 在 1% 的 PEG 胁迫水平 CAT 活性达到最大值;而冀黄 13、抚 FG-17、晋豆 19 在 3% 的 PEG 胁迫水平 CAT 活性达到最大值;冀黄 13、抚 FG-17、晋豆 19 等 3 个品种中,又以抚 FG-17 在以 3% 的胁迫水平 CAT 活性最高、6% 的胁迫水平 CAT 活性下降幅度最小。冀 nf-58、沈农 96-18 中,以沈农 96-18 在以 3% 和 6% 的胁迫水平 CAT 活性下降幅度最大。以 CAT 活性为指标,5 个品种大豆苗期抗

表 2 干旱对过氧化氢酶(CAT)活性的影响

Table 2 Effect of drought stress simulated with PEG on the CAT activity(mg H₂O₂·g⁻¹FW·min⁻¹)

品种(系) Varieties (lines)	PEG - 6000 浓度 PEG - 6000 concentration/%			
	0	1	3	6
冀黄 13 Jihuang 13	8.5 ± 0.37	28.3 ± 0.57	43.7 ± 3.89	13.9 ± 0.87
抚 FG-17 Fu FG-17	14.6 ± 0.98	24.9 ± 1.57	58.4 ± 4.25	24.0 ± 1.14
晋豆 19 Jindou 19	10.3 ± 0.84	31.7 ± 2.58	38.6 ± 1.25	9.5 ± 0.52
冀 nf-58 Ji nf-58	17.1 ± 1.47	32.8 ± 0.84	29.2 ± 2.58	5.7 ± 0.25
沈农 96-18 Shennong 96-18	8.5 ± 0.58	38.1 ± 1.25	23.5 ± 3.25	1.5 ± 0.38

旱性顺序是:抚 FG-17 > 冀黄 13 > 晋豆 19 > 冀 nf-58 > 沈农 96-18。

2.5 模拟干旱胁迫对大豆叶片脯氨酸(Pro)含量的影响

干旱胁迫下,植物体内 Pro 大量积累已有许多报道^[13-14]。图 3 显示,在正常生长条件下,大豆幼苗的 Pro 含量均较低,5 个大豆品种苗期的 Pro 累积量也没有明显的差异($P > 0.05$);经在 3 种水平模拟干旱处理,Pro 含量增高,但是,1% PEG 处理,各品种大豆苗的 Pro 含量与对照组没有显著差异($P > 0.05$),而 3%、6% PEG 处理组,各品种的 Pro 含量与对照组均出现显著差异($P < 0.05$)。3%、6% PEG 处理组 Pro 积累量增幅顺序一致,均为抚 FG-17 > 晋豆 19 > 冀黄 13 > 冀 nf-58 > 沈农 96-18。

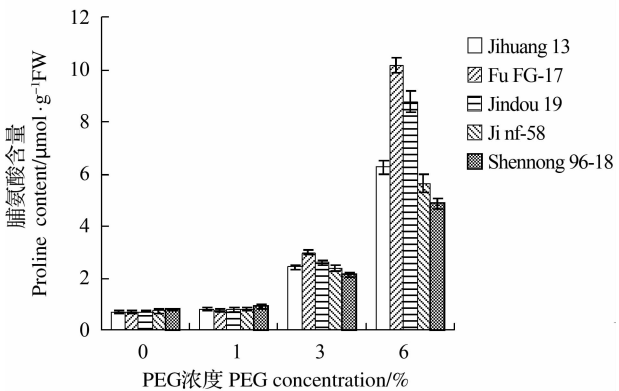


图 3 PEG 处理对大豆叶片脯氨酸(Pro)含量的影响
Fig 3 Effect of treatment with PEG on the proline content of the soybean leaf

干旱胁迫下 5 个品种的最大 Pro 积累量均出现

在6%处理组,以抚FG-17增幅最大,为对照的14.82倍;以沈农96-18增幅最小,为对照的6.18倍。以Pro积累量增幅为指标,5个品种大豆苗期抗旱性顺序是:抚FG-17 > 晋豆19 > 冀黄13 > 冀nf-58 > 沈农96-18。

3 讨论与结论

植物体是一个有机的整体,加之抗旱性由多基因控制,不同作物品种适应干旱的方式多种多样^[15]。以MDA含量变化、细胞膜相对透性变化、CAT活性为指标,5个大豆品种抗旱性顺序均为:抚FG-17 > 冀黄13 > 晋豆19 > 冀nf-58 > 沈农96-18;以相对含水量下降幅度为指标,抗旱性顺序为:冀黄13 > 抚FG-17 > 冀nf-58 > 晋豆19 > 沈农96-1;而以Pro积累量增幅为指标,抗旱性顺序为:抚FG-17 > 晋豆19 > 冀黄13 > 冀nf-58 > 沈农96-18。

CAT活性反映保护酶系统清除自由基,使膜脂免受伤害的能力,属于植物的修复机制。胁迫下大豆幼苗的MDA含量和相对电导率增加就表明活性氧的积累和清除之间的平衡遭到了破坏,活性氧的过度积累引起了细胞膜脂过氧化,造成电解质外渗。CAT活性与MDA含量、细胞膜相对透性变化的一致性可以说明,大豆幼苗遇干旱条件下,CAT在清除活性氧、维持膜系统稳定性方面起到重要作用。

山仑等^[15]认为,一些作物和品种具有综合的几种机制共同起作用的抗旱特性,因此不存在统一的评价作物抗旱性的指标,必须多种指标综合分析。综合分析模拟干旱条件下几个生理的变化,5个大豆品种苗期抗旱性顺序为:抚FG-17 > 冀黄13 > 晋豆19 > 冀nf-58 > 沈农96-18。

参考文献

- [1] 董钻,谢甫绶. 土壤水分胁迫对大豆体内酶活性的影响[J]. 大豆科学,1995,14(4):290-298. (Dong Z, Xie F T. Effects of drought treatments at different stages on the enzyme activities and membrane permeabilities in soybean [J]. Soybean Science, 1995, 14(4):290-298.)
- [2] 刘学义. 大豆抗旱性评定方法探讨[J]. 中国油料,1986(4):23-26. (Liu X Y. Discuss of identical method in soybean drought resistance [J]. Chinese Oil Crops, 1986(4):23-26.)
- [3] 谢甫绶,王文和,王海英,等. 大豆品种耐旱性的评价[J]. 沈阳农业大学学报,2000,31(3):238-241. (Xie F T, Wang W H, Wang H Y, et al. Drought tolerance evaluation of soybeans [J]. Journal of Shenyang Agricultural University, 2000, 31(3):238-241.)
- [4] 张志良. 植物生理学实验指导(第二版)[M]. 北京:高等教育出版社,1990. (Zhang Z L. A guide in plant physiology experiment (2nd ed) [M]. Beijing: Higher Education Press, 1990.)
- [5] 张宪政,陈凤玉,王荣富. 植物生理学实验技术[M]. 沈阳:辽宁科学技术出版社,1994:174-179. (Zhang X Z, Chen F Y, Wang R F. Plant physiology experimental technology [M]. Shenyang: Liaoning Science and Technology Press, 1994.)
- [6] 侯福林. 植物生理学实验教程[M]. 北京:科学出版社,2004. (Hou F L. Course in plant physiological experiment [M]. Beijing: Science Press, 2004.)
- [7] 杨剑平,陈学珍,王文平,等. 大豆实验室PEG6000模拟干旱体系的建立[J]. 中国农学通报,2003,19(3):65-68. (Yang J P, Chen X Z, Wang W P, et al. The establishment of the simulated system of drought for soybean in laboratory [J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2003, 19(3):65-68.)
- [8] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京:高等教育出版社,2001. (Li H S. Plant physiology and biochemistry experiment: principle and technology [M]. Beijing: Higher Education Press, 2001.)
- [9] Colom M R, Vazza A C. Photosynthesis and PS II functionality of drought-resistant and drought sensitive weeping lovegrass plants [J]. Environmental and Experimental Botany, 2003, 49:135-144.
- [10] 段光明,黄福贞. 蚕豆根际水分胁迫与膜脂过氧化化的关系[J]. 山西大学学报(自然科学版),1992,15(2):176-181. (Duan G M, Huang F Z. Relationship between water stress and peroxidation of membrane lipids about maize or brood bean root system [J]. Journal of Shanxi University (National Science Edition), 1992, 15(2):176-181.)
- [11] 龚吉蕊,赵爱芬,张立新. 干旱胁迫下几种荒漠植物抗氧化能力的比较研究[J]. 西北植物学报,2004,24(9):1570-1577. (Gong J R, Zhao A F, Zhang L X. A comparative study on anti-oxidative ability of several desert plants under drought stress [J]. Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica, 2004, 24(9):1570-1577.)
- [12] Munne-Bosch S, Jubany-Mari T, Alegre I. Drought-induced senescence is characterized by a loss of antioxidant defences in chloroplasts [J]. Plant, Cell & Environment, 2001, 24:1319-1327.
- [13] Rashmi P, Agarwal R M, Jeevaratnam K, et al. Osmotic stress induced alteration in rice (*Oryza sativa* L.) and recovery on stress release [J]. Plant Growth Regulation, 2004, 42:79-87.
- [14] Sofo A, Dichio B, Xiloyannis C, et al. Lipoygenase activity and proline accumulation in leaves and roots of olive trees in response to drought stress [J]. Physiologia Plantarum, 2004, 121:58-65.
- [15] 山仑,陈培元. 旱地农业生态基础[M]. 北京:科学出版社,1998. (Shan L, Chen P Y. Dry land agricultural ecology basis [M]. Beijing: Science Press, 1998.)