

二甲亚砜对小麦幼苗抗冷性的影响研究*

宗学风 张建奎 李帮秀 王三根**

(西南大学农学与生命科学学院 重庆 400716)

摘要 试验研究二甲亚砜(DMSO)浸种对小麦幼苗抗冷性的影响结果表明,适宜浓度(2~5g/kg)的二甲亚砜浸种可提高冷害小麦幼苗膜保护酶超氧化物歧化酶和过氧化物酶活性,降低膜脂过氧化产物丙二醛(MDA)含量和电解质渗漏率,提高冷害小麦幼苗叶绿素和可溶性蛋白质含量及根系活力,增加冷害小麦幼苗株高、干物质量和根冠比。

关键词 二甲亚砜 小麦 幼苗 生理指标 抗冷性

Effects of DMSO on the cold-resistance of wheat seedlings. ZONG Xue-Feng, ZHANG Jian-Kui, LI Bang-Xiu, WANG San-Gen(College of Agronomy and Life Sciences, Southwest University, Chongqing 400716, China), *CJEA*, 2006, 14(3): 108~110

Abstract The effects of DMSO (Dimethylsulfoxide), in which wheat seeds were soaked, on the cold-resistance of seedlings were studied. The results show that DMSO treatment can enhance the activity of SOD and POD, raise the content of chlorophyll and content of soluble protein, and the vitality of the root system, reduce the content of malondialdehyde (MDA) and the cell electrolyte leakage of the seedlings. DMSO also can enhance the plant height, dry weight and the ratio of root to shoot of wheat seedlings under cold stress. The suitable concentration of DMSO is 2~5g/kg.

Key words DMSO, Wheat, Seedlings, Biophysical index, Cold-resistance

(Received Feb. 10, 2005; revised Mar. 16, 2005)

二甲亚砜(Dimethylsulfoxide, 缩写 DMSO), 分子式为 $\text{CH}_3\text{—SO—CH}_3$, 是一种双亲性物质, 具有极强的极性, 可溶解多种物质。二甲亚砜可用作抗旱剂、抗冻剂、生长促进剂、细胞融合剂、细胞分化诱导剂、膜渗透增强剂、自由基捕捉剂、辐射损伤保护剂等^[1-3]。在适当的浓度范围内, 二甲亚砜对植物的营养吸收、转化及转运具有促进作用, 从而促进植物生长。农业上用二甲亚砜对柑橘叶片进行喷雾施肥, 可加快铁元素的吸收; 烟草田间施肥试验发现用 0.01% 二甲亚砜与 N、P、K 混合施肥可以明显地促进 N、P、K 的吸收; 二甲亚砜处理糖甜菜种子可增加糖甜菜的产量; 处理向日葵种子可使含油量提高; 处理大麦种子可明显促进萌发^[4]。二甲亚砜还可以诱导小偃麦花粉苗染色体加倍^[5]、对多效唑抑制水稻幼苗的生长有增效作用^[6,7]、提高水稻旱育秧苗的素质^[8]、诱导水稻幼穗愈伤组织的形成和植株再生^[9]。但关于二甲亚砜在小麦上应用的研究目前只限于诱导矮败小麦发生孤雌生殖^[3]、提高小麦的抗旱性^[10]和生长方面^[11], 而对小麦幼苗抗冷性的影响少见报道。

1 试验材料与方法

供试小麦品种为“绵阳 26”, 由西南大学麦类研究室提供。种子用 1g/kg HgCl_2 消毒 15min, 自来水冲洗干净后用去离子水冲洗 3 次, 吸干水分。以去离子水浸种为对照, 分别用 0.5g/kg、1g/kg、2g/kg、5g/kg、10g/kg、20g/kg 浓度的 DMSO 30℃ 下浸种 36h, 再在 28℃ 下催芽 36h, 选取露白一致的种子均匀摆放在培养皿里(培养皿里先放 1 层滤纸, 再放 1 层剪好的纱网), 每培养皿 40 粒, 3 次重复, 用克诺普营养液培养至二叶一心。将二叶一心的小麦幼苗放入 $4(\pm 1)^\circ\text{C}$ 下处理 36h, 其间照光 12h, 使幼苗遭受冷害。以去离子水浸种在常温下(25℃)培养为对照(CK₁), 即常温对照; 以去离子水浸种在 $4(\pm 1)^\circ\text{C}$ 下处理为冷害对照(CK₂)。按常规方法测量株高、地上部干物质量、地下部干物质量。根冠比为地下部与地上部干物质量的比值。叶

* 重庆市动植物良种创新工程项目和重庆市应用基础研究项目[渝科委计(1998)28]资助

** 通讯作者

收稿日期:2005-02-10 改回日期:2005-03-16

绿素含量参照白宝璋^[12]方法进行,按 Wetstein 法计算其含量。根系活力用 TTC 法测定。可溶性蛋白含量采用 Folin-酚法测定。过氧化物酶(POD)活性用氧化愈创木酚法测定。超氧化物歧化酶(SOD)活性采用氮兰四唑法测定。电解质渗漏率用 DDS-11A 型电导仪法测定。丙二醛(MDA)含量参照张宪政以及王爱国^[13]的方法。每个指标 3 次重复。按 LSD 法进行多重比较,分析各处理与对照之间的差异显著性水平。

2 结果与分析

2.1 DMSO 对低温胁迫下小麦幼苗生长的影响

低温胁迫可以降低小麦幼苗的株高、地上部干物质质量、地下部干物质质量、根冠比。DMSO 浸种可缓解低温的危害,使株高、地上部干物质质量、地下部干物质质量、根冠比均高于冷害对照(CK₂)。1g/kg、2g/kg、5g/kg 3 个浓度处理的地下部干物质重、根冠比与 CK₂ 差异达显著水平(见表 1)。

表 1 DMSO 对低温胁迫下小麦幼苗株高、地下部干物质质量、地上部干物质质量、根冠比的影响 *

Tab.1 Effects of DMSO on the height, dry weight and root/shoot ratio of wheat seedlings under coldness stress

DMSO/g·kg ⁻¹	株高/cm Height	地上部干物质质量/g Dry weight of shoot	地下部干物质质量/g Dry weight of root	根冠比 Root/shoot
CK ₁	14.63 ± 0.60a	0.1541 ± 0.009a	0.0704 ± 0.011b	0.457 ± 0.061b
CK ₂	12.59 ± 0.38b	0.1382 ± 0.011a	0.0590 ± 0.012b	0.427 ± 0.032b
0.5	12.60 ± 0.36b	0.1385 ± 0.012a	0.0591 ± 0.014b	0.427 ± 0.081b
1	13.47 ± 0.42a	0.1573 ± 0.009a	0.0980 ± 0.001a	0.623 ± 0.037a
2	14.33 ± 0.67a	0.1602 ± 0.026a	0.0973 ± 0.020a	0.607 ± 0.022a
5	13.47 ± 1.17a	0.1512 ± 0.023a	0.0918 ± 0.011a	0.607 ± 0.026a
10	13.07 ± 0.83a	0.1433 ± 0.026a	0.0730 ± 0.013b	0.509 ± 0.003b
20	12.57 ± 0.95b	0.1299 ± 0.003a	0.0645 ± 0.003b	0.497 ± 0.026b

* 表中 a,b 表示在 0.05 水平差异显著,± 后为标准误差,下同。

2.2 DMSO 对低温胁迫下小麦幼苗叶绿素含量、根系活力和可溶性蛋白含量的影响

在低温胁迫下小麦幼苗的叶绿素和可溶性蛋白含量减少,根系活力降低。DMSO 浸种的受冷害小麦幼苗叶绿素含量和根系活力均高于 CK₂,其中 2g/kg 和 5g/kg 浓度 DMSO 处理与 CK₂ 相比,叶绿素分别提高了 20.05% 和 18.69%;根系活力分别提高了 73.8% 和 58.98%;均达极显著水平。0.5~10g/kg 的 DMSO 处理可提高受冷害小麦幼苗的可溶性蛋白含量,其中 2g/kg 的 DMSO 处理与 CK₂ 差异达到极显著水平,5g/kg 的 DMSO 处理与 CK₂ 差异达到显著水平(见表 2)。

表 2 DMSO 对低温胁迫下小麦幼苗叶绿素含量、根系活力和可溶性蛋白含量的影响 *

Tab.2 Effects of DMSO on chlorophyll and soluble protein contents and vitality of the root system of wheat seedlings under coldness stress

DMSO/g·kg ⁻¹	叶绿素/mg·g ⁻¹ FW Chlorophyll content	根系活力/TTC/mg·g ⁻¹ ·h ⁻¹ Vitality of the root system	可溶性蛋白质/mg·g ⁻¹ FW Soluble protein content
CK ₁	1.378 ± 0.051A	15.78 ± 1.26A	40.19 ± 0.534A
CK ₂	1.177 ± 0.058B	10.63 ± 2.30B	35.98 ± 0.632bB
0.5	1.221 ± 0.017B	12.88 ± 4.999B	36.16 ± 1.243B
1	1.240 ± 0.087B	12.08 ± 3.868B	37.15 ± 1.540B
2	1.413 ± 0.055A	18.48 ± 0.926A	40.73 ± 1.840A
5	1.397 ± 0.049A	16.90 ± 1.644A	39.81 ± 1.287aAB
10	1.217 ± 0.065B	13.19 ± 1.734B	36.02 ± 0.133B
20	1.207 ± 0.106B	13.38 ± 5.262B	32.68 ± 1.454B

* 表中 A,B 表示在 0.01 水平差异显著,下同。

2.3 DMSO 对低温胁迫下小麦幼苗膜保护酶活性、电解质渗漏率和丙二醛的影响

低温胁迫降低小麦幼苗的 SOD、POD 活性。经 DMSO 处理的冷害小麦幼苗的 SOD、POD 活性均比 CK₂ 高。其中 1g/kg、2g/kg、5g/kg 处理幼苗的 SOD 活性分别比 CK₂ 提高 37.6%、48.4%、55.6%,达显著或极显著水平;POD 活性分别比 CK₂ 提高 57.3%、82.4%、78.8%,达极显著水平(见表 3)。低温胁迫使小麦幼苗的电解质渗漏率、丙二醛含量增加。经 DMSO 处理的小麦幼苗的电解质渗漏率、丙二醛含量均低于 CK₂。2g/kg 处理的电解质渗漏率比 CK₂ 降低 11.0%,达到显著水平;2g/kg、5g/kg 处理的丙二醛含量分别比 CK₂ 降低 25.7%、25.0%,达到显著水平(见表 3)。

表3 DMSO对低温胁迫下小麦幼苗膜保护酶活性、电解质渗漏率和丙二醛含量的影响

Tab.3 Effects of DMSO on SOD,POD activity, cell electrolyte leakage and MDA content of wheat seedlings under coldness stress

DMSO/g·kg ⁻¹	超氧化物歧化酶	过氧化物酶	电解质渗漏率/%	丙二醛/ $\mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}\text{FW}$
	$/\text{U}\cdot\text{g}^{-1}\text{FW}\cdot(15\text{min})^{-1}$	$/\mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}\text{FW}\cdot\text{min}^{-1}$	Cell electrolyte leakage	MDA content
	SOD	POD		
CK ₁	126.70 ± 5.62A	4.350 ± 0.430A	75.8 ± 3.69a	6.75 ± 1.23b
CK ₂	83.24 ± 7.98bB	2.321 ± 0.220bB	81.5 ± 7.54a	9.29 ± 1.86a
0.5	83.96 ± 8.75B	3.179 ± 0.463B	78.9 ± 5.25a	8.26 ± 1.28a
1	114.50 ± 4.70aAB	3.650 ± 0.571A	76.9 ± 5.89a	7.68 ± 0.23a
2	123.54 ± 6.54A	4.234 ± 0.320A	72.5 ± 2.54b	6.90 ± 0.26b
5	129.54 ± 8.84A	4.150 ± 0.256A	75.6 ± 1.25a	6.97 ± 0.29b
10	90.20 ± 2.40B	2.933 ± 0.498B	77.1 ± 2.26a	7.74 ± 1.31a
20	84.17 ± 2.65B	3.327 ± 0.384aAB	78.5 ± 3.16a	7.23 ± 0.82a

3 小结与讨论

植物外部形态指标可直观显示幼苗抗冷素质的差异,幼苗生长健壮,抗冷性就强。若幼苗具有较强的根系活力,可以保证低温胁迫下幼苗养分供应和代谢正常进行,为作物抗冷打下基础。低温胁迫下维持一定水平的光合作用,也是植物抗冷必需

的。本试验结果表明,经过适宜浓度的DMSO处理,冷害小麦幼苗的地下部干物质量、根冠比、叶绿素含量、根系活力都高于冷害对照,表明DMSO能减缓低温对幼苗生长的不利影响,促进受冷害幼苗的生长,提高幼苗的抗冷性。

可溶性蛋白质与植物抗寒性之间有密切关系。植物体内可溶性蛋白质总量包括热稳定蛋白和热不稳定蛋白,热稳定蛋白具有高度的亲水性和调节渗透压作用,能够抵抗低温胁迫。本试验结果表明,适宜浓度的DMSO处理可提高受冷害小麦幼苗的可溶性蛋白含量,从而提高了小麦幼苗的抗冷性。

膜系统是植物低温寒害的敏感部位。低温对膜伤害主要是因为破坏了植物体内自由基的产生与清除间的动态平衡。植物体内清除活性氧、保护细胞膜的系统有2类,即酶促系统(如SOD、过氧化氢酶CAT、POD等)及非酶促系统(如脯氨酸、可溶性糖、能量等)。SOD催化超氧阴离子O₂⁻发生歧化反应,生成过氧化氢(H₂O₂)和氧气(O₂),而CAT、POD是与H₂O₂分解密切相关的酶类,因此SOD、CAT、POD具有维持膜稳定性的重要作用。电解质渗漏率和膜脂过氧化产物丙二醛(MDA)含量能指示低温对质膜的伤害程度,电解质渗漏率越大,丙二醛含量越多,表明膜受伤害的程度越大,而高活性的SOD、POD能在一定程度上防止膜脂过氧化,维持膜的稳定性,提高植物的抗冷性。本试验结果表明,适宜浓度的DMSO可以使冷害小麦幼苗的SOD、POD活性提高,降低冷害小麦幼苗的电解质渗漏率及MDA含量,保护细胞膜的完整性,从而提高幼苗的抗冷性。

参 考 文 献

- 尉志武,奎因.生命科学研究中的二甲亚砷.科学,1996,48(1):34~37
- 赵会杰,李兰真,朱云集等.羟自由基对小麦叶片的氧化损伤及外源抗氧化剂的防护效应.作物学报,1999,25(2):174~189
- 王俊刚,张承烈.活性氧引起的DNA合成抑制与小麦的抗旱性.西北植物学报,2000,20(3):376~381
- 钟华鑫,关伟宏,周菊华等.DMSO浸种对大麦种子萌发及若干性状的影响.杭州大学学报,1993,20(2):214~219
- 刘翠云,李璋.小偃麦花粉苗染色体加倍技术及其影响因素的研究.西北植物学报,1996,16(2):131~136
- 钟华鑫,张非联,梁海曼.DMSO对多效唑抑制水稻幼苗生长的增效作用.上海农业学报,1991,7(3):46~50
- 曹新祥.多效唑和DMSO浸种对水稻幼苗生长的影响.绍兴文理学院学报,2002,22(2):45~48
- 杨福,王晓丽,马景勇等.二甲基亚砷(DMSO)对水稻旱育秧苗的影响.吉林农业大学学报,1995,17(3):96~98
- 杨福,王晓丽,顾德峰等.二甲基亚砷(DMSO)对水稻幼穗愈伤组织诱导及植株再生的影响.吉林农业大学学报,1994,16(4):29~33
- 孙耀中,董洪平.Col和DMSO诱导矮败小麦孤雌生殖的研究.河北农业大学学报,1995,18(1):15~21
- 宗学风,王三根,钟涛等.DMSO对小麦种子发芽率及其幼苗素质影响的研究.西南农业大学学报,2002,24(5):389~392
- 白宝章,汤学军.植物生理学测试技术.北京:中国科学技术出版社,1993.37~45
- 张宪政.作物生理研究法.北京:中国农业出版社,1990.44~46