

钙处理对盐胁迫下大豆种子萌发及其 生理生化指标的影响^{*}

冯文新 张宝红

(山西农业大学 太谷 030801)

摘 要

试验了不同浓度的 CaCl_2 、 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 和 CaSO_4 三种钙盐对大豆(晋豆 1 号)生长前期盐胁迫的缓冲效应,结果表明: CaCl_2 、 CaSO_4 都有明显的缓解作用,其中以 15mmol/L CaCl_2 的缓解效果最佳。 Ca^{2+} 能提高大豆萌发种子的蛋白酶和脂肪酶活性,提高呼吸速率,促进种子萌发及胚根生长。

关键词 钙;盐胁迫;大豆;蛋白质;脂肪酶

近年来,利用溶液培养技术,通过 Ca^{2+} 处理研究植物抗盐性的工作已取得了明显进展。 Ca^{2+} 对植物来说,不仅仅是一种大量营养元素,更重要的是偶联胞外信号与细胞内生理生化反应的第二信使,是植物代谢和发育的主要调控者^[1]。而 Ca^{2+} 对植物在盐胁迫下所能起的保护作用更见多姿。 Lauchli(1990)基于对盐胁迫下玉米原生质体细胞质中游离 Ca^{2+} 浓度的测定结果,认为盐胁迫下 Ca^{2+} 可作为一种信使物质在植物对盐胁迫的感受、适应和抵抗中起作用^[2]。吕芝香和王正刚(1993)通过对小麦的研究证实了盐胁迫下补充 CaCl_2 可以提高植物的抗盐性^[3]。赵可夫等^[4]《 Ca^{2+} 对小麦幼苗降低盐害效应的研究》中指出,经不同浓度的 Na^+ 和 Ca^{2+} 之比处理,可增强小麦幼苗的耐盐性。同样,章文华和刘友良^[5]也对盐胁迫下钙对大麦和小麦离子吸收分配及 H^+ -ATP 酶活性的影响进行了研究,结果表明: Ca^{2+} 可明显提高盐胁迫下幼根细胞质膜和液泡膜微囊 H^+ -ATP 酶活性及根系呼吸强度。

大豆是我国重要的经济作物之一。而提高大豆抗盐性方面的研究尚少见报道,因而本试验对大豆在萌发和苗期利用一定浓度的 CaCl_2 、 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 和 CaSO_4 进行处理并测定蛋白酶活性、脂肪酶活性及呼吸强度,以期了解 Ca^{2+} 对提高大豆抗盐性的缓解效应,为开发利用盐碱地做一点探索,同时也可作为作物抗盐机理的研究提供一定的证据。

* 本文于 1996 年 4 月 22 日收到。

This paper was received on April 22, 1996.

材料与方法

试验材料大豆 (*Glycine Max*) “晋豆 1号”由山西农业大学农学系大豆科研组提供种子分别经去离子水; 10mmol /L CaCl_2 溶液; 10mmol /L $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 溶液; 10mmol /L CaSO_4 溶液; 15mmol /L CaCl_2 溶液; 10mmol /L $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 溶液; 10mmol /L CaSO_4 溶液浸泡 24小时,完全吸胀后,将用去离子水浸种的分两组分别用 1/2Hoagland 营养液和 100mmol /L NaCl + 1/2Hoagland 营养液培养萌发;而上述用各种钙盐溶液处理的分别置于含同种钙溶液的 100mmol /L NaCl + 1/2Hoagland 营养液中培养萌发,重复 3次,在 25℃黑暗条件下萌发 3天,每日换液一次

挑均匀一致的种子于砂基中培养至真叶刚由子叶伸出时即移苗于下述营养液中培养,重复 3次。试验光照度为 1万 Lx ,光照时间为 10h,温度 $25\pm 2^\circ\text{C}$ / $20\pm 2^\circ\text{C}$ 。待幼苗长到真叶完全展开时(即 25– 27天)进行有关生理生化指标的测试 试验处理设:

0/0 1/2 Hoagland 营养液
0/100 100mmol /L NaCl + 1/2Hoagland 营养液
 CaCl_2 10/100 10mmol /L CaCl_2 + 100mmol /L NaCl + 1/2 Hoagland 营养液;
 CaCl_2 15/100 15mmol /L CaCl_2 + 100mmol /L NaCl + 1/2 Hoagland 营养液;
 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 10/100 10mmol /L $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ + 100mmol /L NaCl + 1/2 Hoagland 营养液;
同样, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 15/100 CaSO_4 10/100和 CaSO_4 15/100代表相似的对应意义。
参照文献^[6]进行蛋白酶活性的测定 参照文献^[7]进行脂肪酶活性的测定,参照文献^[8]进行呼吸强度的测定

结果与讨论

1 对出芽率的影响

表 1 Ca^{2+} 处理后对盐胁迫下大豆种子出芽率的影响
Tab. 1 Effect of calcium treatment on the germination percentage of soybean seeds under stress of salt

项目 Item	0/0	0/100	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$		CaSO_4		CaCl_2		方差分析 Analysis of varrance
			10/100	15/100	10/100	15/100	10/100	15/100	
出芽率 Germination percentage	88. 7	72	69	78	83. 7	84. 3	84	85. 7	5. 24 [*]
与 0/0比 Compared with 0/0		0. 81	0. 78	0. 88	0. 94	0. 95	0. 95	0. 97	
与 0/100比 Compared With 0/100			0. 98	1. 08	1. 16	1. 17	1. 17	1. 19	

注: 出芽率单位(%)
1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://w

经不同浓度的 3种钙盐溶液按上述方法处理后 ,对盐胁迫下大豆种子出芽率的影响情况列于表 1中。

从表 1可以看出 ,用 10/100 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ CaSO_4 CaCl_2 处理大豆种子后 ,萌发率与盐胁迫 (0/100)比分别是 0. 98 1. 16和 1. 17倍 ;用 15/100 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ CaSO_4 CaCl_2 处理 ,其结果分别是 1. 08 1. 17和 1. 19倍 显然 ,除了 10/100 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 外 ,其它处理对大豆种子的萌发出芽都有所促进。 其中 CaSO_4 和 CaCl_2 的作用较为明显。

2 对胚根长度的影响

经不同浓度的 3种钙盐溶液处理后 ,对盐胁迫下大豆种子萌发 3天时的胚根长度的影响如表 2所示。

表 2 Ca^{2+} 处理后对盐胁迫下大豆种子萌发 3天时的胚根长度的影响

Tab 2. Effect of calcium treatment on the length of radicles of soybean seeds after germinating 3 days under stress of salt

项目 Item	0/0	0/100	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$		CaSO_4		CaCl_2		方差分析 Analysis of varrance
			10/100	15/100	10/100	15/100	10/100	15/100	
胚根长 (cm)									
Length of radicles	3. 6	2. 5	2. 3	2. 4	2. 7	2. 7	2. 5	2. 7	4. 36 *
与 0/0比									
Compared with 0/0		0. 69	0. 64	0. 67	0. 75	0. 75	0. 69	0. 75	
与 0/100比									
Compared with 0/100			0. 92	0. 96	1. 08	1. 08	1. 00	1. 08	

由表 2可见 ,用 10/100 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ CaSO_4 CaCl_2 处理后 ,大豆种子胚根长与盐胁迫 (0/100)比分别是 0. 92 1. 08 1. 00倍 ;用 15/100 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ CaSO_4 CaCl_2 处理后 ,其结果分别是 0. 96 1. 08和 1. 08倍 这说明在 100mmol/L NaCl 胁迫下 ,用 10mmol/L CaSO_4 15mmol/L CaSO_4 15mmol/L CaCl_2 处理对大豆萌发期胚根的生长都有促进作用。

3 对蛋白酶活性的影响

经 Ca^{2+} 处理后 ,对盐胁迫下大豆萌发种子蛋白酶活性的影响列在表 3中。

由表 3可见 ,用 10/100 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ CaSO_4 CaCl_2 处理后 ,蛋白酶活性与盐胁迫 (0/100)比分别是 0. 73 1. 41和 1. 27倍 ;用 15/100 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ CaSO_4 CaCl_2 处理后 ,其结果分别是 0. 86 1. 09和 1. 45倍 结果说明 CaSO_4 和 CaCl_2 处理都能不同程度地提高盐胁迫下大豆萌发种子的蛋白酶活性 ,其中又以 10mmol/L CaSO_4 和 15mmol/L CaCl_2 的作用更为明显。

表 3 Ca^{2+} 处理后对盐胁迫下大豆萌发种子蛋白酶活性的影响

Tab. 3 Effect of calcium treatment on the activity of proteinase germination of soybean seeds under stress of salt

项目	0/0	0/100	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$		CaSO_4		CaCl_2		方差分析
Item			10/100	15/100	10/100	15/100	10/100	15/100	Analysis of variance
蛋白酶活性									
Activity of proteinase	4.8	2.2	1.6	1.9	3.1	2.4	2.8	3.2	7.63*
与 0/0 比									
Compared with 0/0		0.46	0.33	0.40	0.65	0.50	0.58	0.67	
与 0/100 比									
Compared With 0/100			0.73	0.86	1.41	1.09	1.27	1.45	

注: 蛋白酶活性的单位: $\text{mg 氨基酸} / \text{g FW} \cdot \text{h}$

4 对脂肪酶活性的影响

经 Ca^{2+} 处理后,对盐胁迫下大豆萌发种子脂肪酶活性的影响情况如表 4 所示。

表 4 Ca^{2+} 处理后对盐胁迫下大豆萌发种子脂肪酶活性的影响

Tab. 4 Effect of calcium treatment on the activity of lipase in germinating soybean seeds under stress of salt

项目	0/0	0/100	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$		CaSO_4		CaCl_2		方差分析
Item			10/100	15/100	10/100	15/100	10/100	15/100	Analysis of variance
脂肪酶活性									
Activity of lipase	0.015	0.01	0.0075	0.0084	0.079	0.073	0.071	0.12	10.74*
与 0/0 比									
Compared with 0/0		0.67	0.50	0.58	5.27	4.87	4.73	8.00	
与 0/100 比									
Compared with 0/100			0.75	0.84	7.9	7.3	7.1	12.0	

注: 脂肪酶活性单位: 酶单位 $/ \text{g FW} \cdot \text{h}$

由表 4 可以看出,用 10/100 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ CaSO_4 CaCl_2 处理后,大豆萌发种子脂肪酶活性与盐胁迫 (0/100) 相比分别是 0.75 7.9 和 7.1 倍;用 15/100 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ CaSO_4 CaCl_2 处理后,结果分别是 0.84 7.3 和 12.0 倍。由此可见,作用最明显的是用 15mmol/L CaCl_2 处理后的。

5 对呼吸速率的影响

经 Ca^{2+} 处理后,对盐胁迫下大豆萌发种子的呼吸速率的影响见表 5

由表 5 可见,用两种不同浓度的 CaSO_4 和 CaCl_2 处理都可以明显地提高盐胁迫下大豆萌发种子的呼吸速率,其中以 15mmol/L CaCl_2 作用尤为突出。

综合以上的试验结果可以得出如下结论:

CaSO₄和 CaCl₂对大豆生长前期盐胁迫具有明显的缓解效应,尤其是 15mmol/L Ca-Cl₂的缓解作用更为突出

表 5 Ca²⁺ 处理后对盐胁迫下大豆萌发种子呼吸速率的影响

Tab. 5 Effect of calcium treatment on the respiratory rate in germinating soybean seeds under stress of salt

项目			Ca(NO ₃) ₂		CaSO ₄		CaCl ₂		方差分析
Item	0/0	0/100	10/100	15/100	10/100	15/100	10/100	15/100	Analysis of variance
呼吸速率									
Resporatory rate	75.87	29.79	14.35	33.07	33.17	44.06	43.5	137.1	15.30 [*]
与 0/0比									
Compared with 0/0		0.39	0.19	0.44	0.49	0.58	0.57	1.81	
与 0/100比									
Compared with 0/100			0.48	1.11	1.25	1.48	1.46	4.60	

注:呼吸速率单位:吸收 O₂μ L/g FW[°] h

在盐胁迫下大豆萌发种子的蛋白酶和脂肪酶活性的增高可使蛋白质和脂肪的分解加快,从而能促进大豆苗对营养物质的吸收和生长,进而导致了对胚根生长的促进作用。同时,由于上述两种酶活性的增高,必然会促进呼吸速率的加快,而呼吸速率的加快必然会加速物质的转化,促进贮藏物质的分解和新物质的合成,从而有利于种子的萌发和出苗。

参 考 文 献

[1] 龚明等, 1990,植物学通报, 7(3): 19
[2] Lauchli A, 1990, Development the American Society of Plant Physiologists Symposium Series, 4 26
[3] 吕芝香, 王正刚, 1993,植物生理学报, 29(4): 325
[4] 赵可夫等, 1993,植物学报, 35(1): 51
[5] 章文华等, 1993,植物学报, 35(6): 435
[6] 朱广廉等编, 1990,《植物生理学实验》, 41-126,北京大学出版社
[7] 上海植物生理学会编, 1985,《植物生理学实验手册》, 201,上海科学技术出版社
[8] 黄学林等编, 1990,《种子生理实验手册》, 99,农业出版社

EFFECTS OF CALCIUM TREATMENT ON GERMINATING AND PHYSIOLOGICAL INDEXES OF SOYBEAN SEEDS UNDER STRESS OF SALT

Feng Wenxin Zhang Baohong

(*Shanxi Agricultural University, Taigu, Shanxi, 030801*)

Abstract

The mitigative effects of three kinds of Ca^{2+} solution (calcium nitrate, calcium chloride and calcium sulfate) with different concentrations on salt stress in the early stages growth of soybean were tested. The results showed that calcium chloride and calcium sulfate were better to mitigate salt stress of soybean growth, while the effect of 15 mmol/L calcium chloride was the best. Calcium could increase the activities of proteinase and lipase in germinating of soybean seeds, enhance the respiratory rate, improve the germinating capacity and promote the growth of radicle.

Key words Calcium; Salt stress; Soybean; Proteinase; Lipase