

外源氯化钙和脱落酸处理对茄子低温胁迫相关指标的影响

李 烨¹, 谢立波², 陈永琴³, 樊绍燾¹

(1. 哈尔滨市农业科学院, 黑龙江 哈尔滨 150070; 2. 黑龙江省农业科学院 园艺分院, 黑龙江 哈尔滨 150069;
3. 黑龙江省农业机械化技术推广总站, 黑龙江 哈尔滨 150020)

摘 要:研究了外源喷施不同浓度脱落酸(ABA)和氯化钙(CaCl_2)对低温胁迫下茄子幼苗抗冷性的影响。结果表明:茄子幼苗外源喷施 10 mg/L ABA 和 1 000 mg/L CaCl_2 效果最好, 能够使茄子的冷害指数显著下降。喷施外源物质能够明显降低茄子幼苗的相对电导率和丙二醛含量, 提高叶绿素含量和光合速率, 提高保护酶和叶绿体膜 ATP 酶含量, 对冷害具有缓解作用。

关键词:茄子; 抗冷性; 脱落酸(ABA); 氯化钙

中图分类号:S 641.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2012)07-0022-04

茄子(*Solanum melongena* L.)属典型的喜温植物, 低温冷害是东北地区冬春季茄子保护地生产的最重要限制因素。研究表明, 低温冷害对植物组织的伤害首先是对细胞膜系统的伤害, 继而发生生理学的、代谢的及生物化学的功能障碍, 通过向植物施加一些外源物质能够有效提高植物的抗冷性, 缓解对细胞膜系统的伤害。 Ca^{2+} 是一个主要的第二信使, 有防止膜损伤和渗漏, 稳定膜结构和维持膜的完整性的作用; ABA 是通过保护膜结构, 维持膜功能和诱导抗冷基因表达而增强植物抗冷性的。目前, 国内关于外源物质对低温胁迫下细胞膜系统影响的研究多是在番茄上进行的, 而在茄子方面的报道较少。该试验利用不同浓度的 CaCl_2 和脱落酸(ABA)对低温胁迫下茄子幼苗相关生理指标的影响, 为研究化学信号物质诱导对植物抗逆性影响和为茄子设施栽培防止低温冷害提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

以茄子品种“黑冠 180”为试材。

1.2 试验方法

试验于 2010 年 1~4 月在哈尔滨市农业科学院薛家实验基地进行。待幼苗具 4~5 片真叶时, 挑选生长一致的植株在叶面上喷施不同浓度的 CaCl_2 和 ABA。 CaCl_2 处理浓度设定为 600、800、1 000、1 200 mg/L; ABA

处理浓度设定为 5、10、15、20 mg/L, 处理液中添加 2 滴吐温-40, 分别喷施叶面和叶背, 以叶片均匀附着一层小液珠欲滴为准。在温室内培养 1 d 后置于光照培养箱(LRH-250-G)中进行低温胁迫处理, 昼夜温度为 $(15 \pm 0.5) / (5 \pm 0.5)^\circ\text{C}$, 光照时间为 14 h/d, 光照强度为 $60 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 。处理 4 d 后进行冷害分级统计, 以筛选最适合外源喷施浓度。

根据筛选的最适浓度对茄子幼苗进行喷施处理, 在温室内培养 1 d 后置于光照培养箱进行低温胁迫, 胁迫条件同浓度筛选试验。每天取低温胁迫处理的茄子幼苗心叶, 混合后重复取样, 测定逆境相关生理指标。3 次重复, 每个处理 50 株幼苗, 以未进行低温处理(CK0)和低温处理喷施清水处理(CK1)的茄子幼苗为对照。冷害分级标准: 0 级, 叶片正常, 未受冷害; 1 级, 仅少数叶片边缘有轻度的皱缩萎蔫; 2 级, 半数以下的叶片萎蔫死亡; 3 级, 半数以上的叶片萎蔫死亡; 4 级, 植株全部死亡。冷害指数 = $\sum(\text{各级株数} \times \text{级数}) / \text{总株数}$ 。

1.3 项目测定

相对电导率和丙二醛的测定参照按张宪政等^[2]方法; 过氧化物酶(POD)和 Ca^{2+} -ATP 酶活性的测定参照郝再彬等^[3]的方法, 超氧化物歧化酶(SOD)活性的测定参照刘祖祺等^[4]的方法, Mg^{2+} -ATP 酶活性的测定参照王晶英等^[5]的方法; 叶绿体膜的提取参照中国科学院上海植物生理研究所等^[6]的方法。

2 结果与分析

2.1 外源 ABA 和 CaCl_2 对茄子幼苗冷害程度的影响

由表 1 可知, 外源喷施 CaCl_2 和 ABA 均可使茄子幼苗冷害程度降低, 受冷害的株数及冷害级数均低于

第一作者简介:李烨(1972-), 女, 哈尔滨人, 硕士, 高级农艺师, 现主要从事茄子育种研究工作。E-mail: eggplant_2010@163.com。

基金项目:国家农业科技成果转化资金资助项目(SQ2011ECB200036)。

收稿日期:2011-12-19

CK1;外源喷施 ABA 的茄子幼苗,10 mg/L 浓度处理下的茄子幼苗冷害程度最低,显著低于 CK1 及其它浓度处理,15、20 mg/L 浓度处理下的茄子幼苗差异冷害程度不显著;外源喷施 CaCl_2 的茄子幼苗,1 000 mg/L 浓度处理下的茄子幼苗冷害程度最低,显著低于 CK1 及其它浓度处理,600 和 800 mg/L 浓度处理下的茄子幼苗冷害程度差异不显著。外源喷施 ABA 浓度 10 mg/L 和 CaCl_2 浓度 1 000 mg/L 处理效果最好,可使茄子幼苗冷害程度显著降低。

表 1 外源 CaCl_2 和 ABA 对茄子幼苗冷害程度的影响

外源物质	浓度 /mg · L ⁻¹	冷害程度分级				冷害指数
		0 级	1 级	2 级	3 级	
ABA	0(CK1)	38	5	5	2	0.42Aa
	5	39	7	3	1	0.32Bb
	10	42	8	0	0	0.16Dd
	15	41	6	2	1	0.26Cc
	20	41	6	2	1	0.26Cc
CaCl_2	0(CK1)	38	5	5	2	0.42Aa
	600	39	8	2	1	0.30Bb
	800	39	9	1	1	0.28Bb
	1 000	43	7	0	0	0.14Dd
	1 200	41	8	1	0	0.20Cc

注:表中数字代表发生各级冷害株数;大写字母表示 0.01 水平;小写字母表示 0.05 水平;同一列中不同字母代表差异显著。

2.2 外源 ABA 和 CaCl_2 处理对茄子幼苗相对电导率和丙二醛含量的影响

由图 1~2 可知,低温胁迫处理使茄子幼苗体内的相对电导率和丙二醛含量显著提高,外源 ABA 和 CaCl_2 处理的茄子幼苗体内相对电导率和丙二醛含量上升较慢,说明 ABA 和 CaCl_2 处理对低温胁迫有一定的缓解作用。

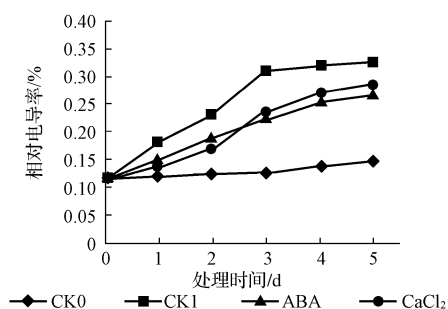


图 1 外源 ABA 和 CaCl_2 处理对相对电导率的影响

2.3 外源 ABA 和 CaCl_2 处理对保护酶的影响

由图 3~4 可知,低温胁迫后茄子幼苗的 POD 和 SOD 活性显著升高,而未经低温处理的茄子幼苗(CK0) POD 和 SOD 活性变化不显著。喷施外源 ABA 和 CaCl_2 的茄子保护酶活性明显比喷施清水处理(CK1)的茄子高,表明低温胁迫下保护酶含量处于较高的水平,能够提高茄子的抗寒性。

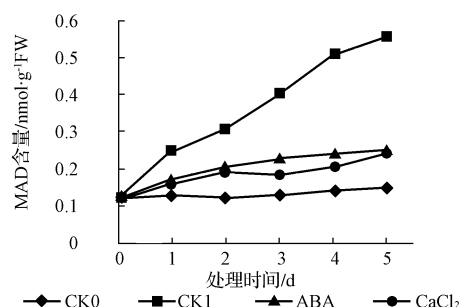


图 2 外源 ABA 和 CaCl_2 处理对丙二醛含量的影响

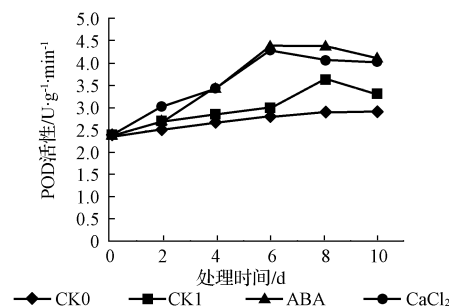


图 3 外源 ABA 和 CaCl_2 处理对 POD 活性的影响

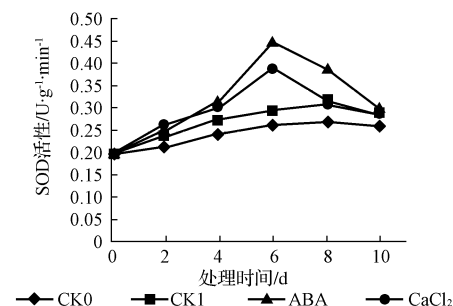


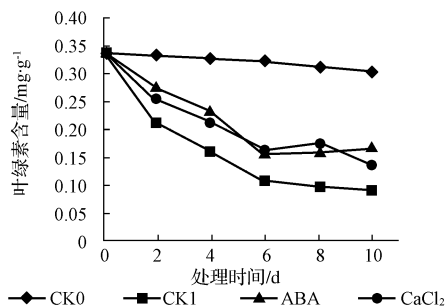
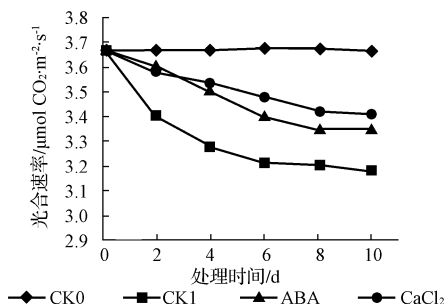
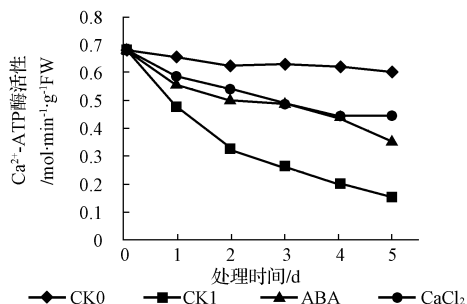
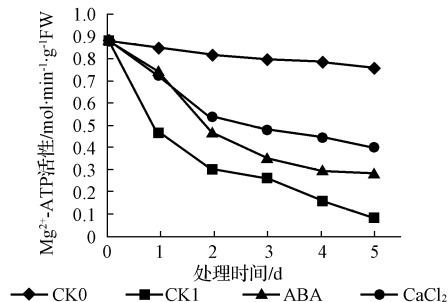
图 4 外源 ABA 和 CaCl_2 处理对 SOD 活性的影响

2.4 外源 ABA 和 CaCl_2 处理对茄子叶绿素含量和光合速率的影响

由图 5~6 可知,低温胁迫后,喷施外源 ABA、 CaCl_2 和喷施清水处理(CK1)的茄子其幼苗的叶绿素含量和叶片的光合速率都比未进行低温处理的茄子(CK0)明显降低,但经喷施外源 ABA 和 CaCl_2 处理的茄子幼苗叶绿素含量和叶片的光合速率明显比喷施清水处理(CK1)的茄子高。表明低温会导致茄子叶片的叶绿体受损,叶片光合速率明显下降,但是喷施外源 ABA 和 CaCl_2 能够减轻低温胁迫下茄子叶片叶绿体受损和光合强度的下降程度。

2.5 外源 ABA 和 CaCl_2 处理对茄子叶绿体膜 ATP 酶活性的影响

由图 7~8 可知,低温胁迫使茄子幼苗的叶绿体 Ca^{2+} -ATP 和 Mg^{2+} -ATP 酶活性发生明显下降,但比未经低温处理下生长的茄子(CK0)明显降低,并且随着低温胁迫时间的延长幼苗缓解的效果越明显,说明 ABA 和 CaCl_2 处理提高叶绿体 Ca^{2+} -ATP 和 Mg^{2+} -ATP 酶活性对低温胁迫有一定的缓解作用。

图5 外源 ABA 和 CaCl_2 处理叶绿素含量的影响图6 外源 ABA 和 CaCl_2 处理光合速率的影响图7 外源 ABA 和 CaCl_2 处理对 Ca^{2+} -ATP 酶活性的影响图8 外源 ABA 和 CaCl_2 处理对 Mg^{2+} -ATP 酶活性的影响

3 讨论与结论

人们在研究植物的抗冷性时发现,向植物施加外源物质(如 Ca^{2+} 、ABA、水杨酸、多胺、BR、Pro 等)能够提高植物的抗冷力。该试验结果表明,外源喷施 10 mg/L

ABA 和 1 000 mg/L CaCl_2 可使茄子幼苗冷害程度显著降低。

低温对细胞膜系统的损伤是造成植物冷害的根本机制^[1]。膜的透性增大以及膜结合酶结构改变,导致植物细胞生理代谢的变化和功能的紊乱^[7]。相对电导率是反应膜透性变化的生理指标,丙二醛是膜脂过氧化作用的最终产物,因而相对电导率和丙二醛含量越高,说明细胞膜的损伤程度越重。该试验通过外源喷施 ABA 和 CaCl_2 处理茄子幼苗,大大降低了低温胁迫的条件下茄子幼苗的相对电导率和丙二醛含量,说明外源喷施 ABA 和 CaCl_2 对低温冷害具有缓解作用,能够提高茄子的抗冷性。

低温胁迫使植物体自由基增加,膜脂过氧化作用加强,从而导致膜的损伤和破坏。植物体细胞内也存在消除这些自由基的保护酶,如 POD、SOD 等^[8]。该试验表明,喷施外源 ABA 和 CaCl_2 可维持茄子幼苗体内较高的 POD 和 SOD 活性,有效清除自由基,降低膜脂过氧化作用,减轻质膜的伤害程度,进而减轻低温对茄子幼苗的伤害。

当植物受到低温胁迫时,光合作用则表现强烈的抑制作用,叶绿素含量下降越快,则呈现冷害症状越早^[9]。该试验结果表明,通过施用一定浓度的外源 ABA 和 CaCl_2 ,在低温胁迫下均延缓了叶绿素的降解和光合速率的下降,同时缓解了叶绿体膜 Ca^{2+} -ATP 酶和 Mg^{2+} -ATP 酶活性的下降,进而促进了光合作用,提高了植株的抗冷性。

参考文献

- [1] 潘杰,简令成.植物寒害和抗寒机制中膜与蛋白质研究的进展[J].植物学通报,1990,7(1):1-5.
- [2] 张宪政,谭桂茹,黄元极,等.植物生理学实验技术[M].沈阳:辽宁科学技术出版社,1989:329-339,348-352.
- [3] 郝再彬,苍晶,徐仲.植物生理实验技术[M].哈尔滨:哈尔滨出版社,2003.
- [4] 刘祖祺,张石成.抗性生理学[M].北京:中国农业出版社,1994:30-46.
- [5] 王晶英,敖红,张杰,等.植物生理生化实验技术与原理[M].哈尔滨:东北林业大学出版社,2003.
- [6] 中国科学院上海植物生理研究所,上海市植物生理学会.现代植物生理学实验指南[M].北京:科学出版社,1999.
- [7] Lyons J M, Raison J K. Oxidative activity of mitochondria isolated from plant tissues sensitive and resistant to chilling injury [J]. Plant Physiol, 1970, 45:386.
- [8] 潘瑞炽.植物生理学[M].北京:高等教育出版社,1995:318-320.
- [9] 赵敏,单文荣,赵国红.抗冷剂“冷冻宝”对番茄苗期抗冷性的影响[J].安徽农业科学,2005,33(3):420-421.

Effects of Exogenous CaCl_2 and ABA Treatment on Eggplant Under Low Temperature Stress

LI Ye¹, XIE Li-bo², CHEN Yong-qin³, FAN Shao-zhu¹

(1. Harbin Academy of Agricultural Science, Harbin, Heilongjiang 150070; 2. Horticulture Sub-academy, Heilongjiang Academy of Agricultural Science, Harbin, Heilongjiang 150069; 3. Heilongjiang Agricultural Machinery Popularization Station, Harbin, Heilongjiang 150020)

籽用南瓜种子萌发生物学特性初步研究

徐丽珍, 赵 茜

(黑龙江省农业科学院 经济作物研究所, 黑龙江 哈尔滨 150086)

摘 要:采用光照自动控制培养箱对籽用南瓜种子萌发生物学特性进行初步研究。结果表明:在光照强度 2 000 lx 完全条件下,南瓜种子萌发的适宜温度为 25℃,萌发早且持续时间短,发芽率及发芽势最高;光照有利于种子萌发。

关键词:籽用南瓜;种子;萌发

中图分类号:S 642.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2012)07-0025-02

籽用南瓜(白瓜籽)是指以种子作为主要食用器官的南瓜,在植物学上属葫芦科南瓜属 1 a 生草本植物。南瓜籽中含有大量脂肪和脂肪酸,粗脂肪含量达到 40.4%~41.0%;脂肪酸中不饱和脂肪酸含量达到 76.9%~91.5%。南瓜籽中还含有人体必需的 8 种氨基酸及维生素、矿物质、多糖等物质,营养极其丰富,深受国内外消费者的欢迎,有很好的发展前景^[1]。

黑龙江省是我国籽用南瓜种植最大省份,种植面积和出口量均占全国的 70%以上,是我国籽用南瓜的主要生产和出口基地。随着籽用南瓜种植面积的不断扩大,种子需求量也逐年增加。目前黑龙江省每年可为省内外提供籽用南瓜种子 3 000~4 000 t。但籽用南瓜种子在储藏过程中受多种因素的影响,生活力会逐渐下降,表现为发芽率降低。

种子萌发除取决于本身的生活力、储藏寿命等特征外,还取决于外在条件。幼苗的数量和成活率直接决定了成株群体的规模和产量水平。然而国内外对籽用南瓜种子萌发特性的相关研究较少,现通过对籽用南瓜种子萌发的生物学特性进行探讨,以进一步了解环境因子对种子萌发的影响,为籽用南瓜生产提供科学依据。

第一作者简介:徐丽珍(1963-),女,黑龙江双城人,本科,副研究员,现主要从事籽用南瓜育种及栽培技术研究工作。E-mail: jzxsulizhen@163.com。

收稿日期:2012-01-13

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验用籽用南瓜种子于 2010 年采自黑龙江省农业科学院经济作物研究所试验区。种子净度为 98%,百粒重为 39.2 g,相对含水量 13%。

1.2 试验方法

试验在光温自动控制的培养箱中进行。试验种子先置于 58℃ 水中浸泡 20 min,以消灭细菌。自然冷却后,再浸泡 10 h,然后搓掉种皮上的杂物,再用温清水漂洗干净,置于 120 mm 的培养皿中,每皿 50 粒,3 次重复。将播有种子的培养皿放置在光温自动控制的培养箱中,光照强度为 2 000 lx,温度和光照时间按试验处理设定。萌发过程中,适时加蒸馏水保持滤纸湿润。每天进行观测,挑出发芽和霉烂种子,记录各处理发芽种子数。种子萌发标准以新鲜胚根伸出种皮达 5 mm 以上,记为发芽种子。

1.2.1 温度对种子萌发的影响 在完全光照条件下,将种子置于 15、20、25、30℃ 下进行萌发^[2]。

1.2.2 光照对种子萌发的影响 将种子置于 25℃ 条件下,设完全光照、完全黑暗、1/2 光照(光/暗=12 h/12 h)、1/3 光照(光/暗=8 h/16 h)条件下进行萌发^[3]。

1.3 项目测定

从种子萌发第 1 天开始每天观察记录发芽种子数,待发芽结束后统计发芽率、发芽势、发芽指数。发芽率

Abstract: The effects of different concentrations of exogenous abscisic acid (ABA) and calcium chloride (CaCl₂) on eggplant seedlings under low temperature stress were studied. The results showed that the resistance with 10 mg/L of ABA and 1 000 mg/L of CaCl₂ was the best, the chilling injury index decline significantly. Spraying exogenous substances could significantly reduce the relative conductivity and MDA content, increased chlorophyll content and photosynthetic rate, improved the content of protection enzymes and chloroplast membrane ATP enzyme, eased the chilling injury.

Key words: eggplant; cold resistance; ABA; CaCl₂