文章编号：1005-0906(2008)03-0082-04

抗低温助长剂对低温胁迫下玉米生长发育及生理生化变化的影响

郭志强[1,2],侯立白[1],李 霞[2],齐 磊[3],赵 明[4],董志强[4]

(1.沈阳农业大学农学院,沈阳 110161;2.中国农业大学农学与生物技术学院,北京 100094;
3.中国矿业大学(北京)化学与环境工程学院,北京 100083;4.中国农业科学院作物科学研究所,北京 100081)

摘 要：试验以玉米品种郑单958为材料,研究了低温胁迫下A、B两种抗低温助长剂不同浓度药剂对玉米种子发芽及其生理生化变化的影响。结果表明,低温逆境下各化控处理均提高了郑单958的种子发芽势、发芽率、发芽指数和种子简易活力指数;A、B两种药剂处理比对照都明显提高了低温胁迫下玉米幼苗的苗高、干物重、叶面积以及叶绿素含量,起到了良好的壮苗作用。在低温胁迫后,各化控处理都显著提高了叶片SOD、POD的活性,减缓了MDA含量的增高。

关键词：玉米;化学调控;浸种;低温胁迫

中图分类号：S513.01 **文献标识码**：A

The Effects of Chilling-resistant Agents on Corn Growth, Physiological and Biochemical Changes in Low Temperature Stress

GUO Zhi-qiang[1,2], HOU Li-bai[1], LI Xia[2], QI Lei[3], ZHAO Ming[4], DONG Zhi-qiang[4]

(1. *Shenyang Agricultural University, Shenyang* 110161;
2. *Chinese Agricultural University, Beijing* 100094;
3. *China University of Mining & Technology, Beijing* 100083;
4. *Institute of Crop Science Research, China Academy of Agricultural Sciences, Beijing* 100081, China)

Abstract: The effects of two kinds of chemical regulators with different concentration on corn seeds and physiological and biochemical changes in corn Zhengdan958 were investigated under low temperature stress condition (5 - 6℃). The results showed that after exposure of germinating seeds to low temperature stress, the germination energy, germination percentage, germination index and seed vigor index in Zhengdan958 soaked with any of chemical regulation treatments under low temperature stress were higher than those of the unsoaked controls; In the meantime, the seedlings height, dry matter weight, leaf area, chlorophyll content of maize seedling under low temperature stress was elevated by A, B two kinds of concentration, indicating positive effect on strengthening maize seedling. After 4 d ays under low temperature stressed, increased activity of superoxide dismutase(SOD), peroxidase (POD) of leaves with any of chemical regulation treatments, the degree of increase in malondialdehyde (MDA) content was decelerated.

Key words: Corn; Chemical regulation; Soaking seed; Low temperature stress

低温造成的玉米产量不稳、质量不高是我国粮食安全的一个主要问题。研究表明,应用植物生长调节剂以及其他化学物质处理可以有效提高玉米抵御低温胁迫能力。目前尚无定型的调节剂以及模式化的调控技术。本实验针对玉米苗期低温导致的出苗不全、发育不良等现象,实施化控技术,保证玉米苗齐苗壮,为整个生长发育过程中健壮生长打好基础,对于防御生育期冷害、促进玉米稳产高产具有重要意义。

1 材料与方法

收稿日期：2007-08-31

基金项目：“十一五”国家科技支撑计划项目(2006BAD02A13)、中央级公益性科研院所基本科研业务费专项

作者简介：郭志强(1982-),男,河南安阳人,在读硕士,从事作物化学调控研究。Tel:13810280845
E-mail:zhiqiang0429@126.com
董志强为本文通讯作者。Tel:010-68918752
E-mail:dongzhiqiang@263.net

1.1　实验材料

实验于 2007 年在中国农业科学院作物所恒温培养室及低温处理实验室进行。供试品种为玉米郑单 958,种子由河南省农科院种子公司提供。

供试化学调控药剂 A、B 为有机酸与胆碱类药品的两种不同类型复合试剂 (由中国农业科学院作物科学研究所自制)。实验共设 6 个处理,用蒸馏水将药剂 A、B 原液分别稀释成 200、100、50 倍液,分别简称为 A1、A2、A3 和 B1、B2、B3,对照为蒸馏水。

1.2　种子低温发芽实验

选取外观饱满健康一致的种子，用 75%乙醇消毒后用蒸馏水冲洗干净，用滤纸吸干种子表面的水分，分别按处理分组浸泡 24 h (蒸馏水为对照)。种子发芽采用垂直板发芽的方法,先放入 8℃低温培养箱下 7 d，然后转入 25℃常温培养室进行发芽。实验设 4 次重复,每个重复处理 25 粒种子。实验过程中每天观察种子发芽数量,实验结束后按常规方法计算发芽势、发芽率、发芽指数和简易活力指数。转入 25℃常温培养室第 7 天取样测定种子 α－淀粉酶活性。

1.3　幼苗低温生长实验

种子处理方法同种子低温发芽实验。浸种后播于砂培盘内，玉米幼苗 3 叶 1 心期放入 4℃低温培养室处理 4 d,每处理 4 次重复。分别于低温处理前、低温处理第 1、2、3、4 天取样测定超氧化物歧化酶(SOD)活性、过氧化物酶(POD)活性和丙二醛(MDA)含量。取样同时测定叶绿素含量、叶面积及干物重。

1.4　测定方法

α－淀粉酶活性测定采用 3,5- 二硝基水杨酸比色定糖法;叶绿素含量采用 SPAD 仪进行测定;SOD 活性采用 NBT 还原法进行测定;POD 采用愈创木酚法进行测定;MDA 按硫代巴比妥酸法进行测定。

2　结果与分析

2.1　不同化控处理对低温胁迫下玉米种子萌发的影响

低温胁迫对玉米种子发芽的影响已有很多报道,一般认为在 8℃温度下,可以降低玉米种子的发芽势和发芽率。周燮等认为，适当使用化学调控剂可以提高玉米种子的发芽势和发芽率。全国多年多点试验表明，郑单 958 的发芽势和发芽率一般在 90%以上。在本实验中,用蒸馏水浸种的对照处理,发芽势为 76%,发芽率为 92%,与其它郑单 958 的发芽试验结果相似。

表 1　低温胁迫下不同化控处理对种子发芽的影响

Table 1 The effects of maize seed germination treated by different chemical regulation

处 理 Treatment	发芽势(%) Germination energy	发芽率(%) Germination percentage	发芽指数 Germination index (GI)	简易活力指数 Facility energy index
A1	90	100	19.69	0.90
A2	88	98	14.79	0.86
A3	88	92	13.92	0.81
B1	98	98	21.42	0.96
B2	100	100	21.83	1.00
B3	92	100	21.89	0.92
CK	76	92	18.03	0.70

注:所得数据为 4 次重复的平均值。

Note: The data obtained the average value of repeating 4 times.

从表 1 中看出，各处理比对照显著提高了低温处理后的种子发芽势和发芽率，发芽指数和简易活力指数也相应提高。各处理比对照发芽率提高了 7~9 个百分点，发芽势提高了 15~31 个百分点。其中,药剂 B 处理的发芽势和发芽率比药剂 A 的提高明显,药剂 B 发芽势最高提高 31 个百分点。在各处理中，药剂 A 的发芽率从低浓度向高浓度逐渐减小,而且低浓度 A1 与其它浓度有显著差异;药剂 B 的发芽率及发芽指数变化是由低浓度向高浓度逐渐增大,其中 B2、B3 的效果显著。

2.2　不同化控处理对低温胁迫下玉米幼苗的影响

表 2　不同化控药剂对低温胁迫下玉米苗高和单株干重的影响

Table 2 The effects of maize seedling height and weight treated treated treated by different chemical regulation

处 理 Treatment	苗高(cm) Seedling height	单株干重(g) Dry weight per plant
A1	40.05	0.208 b
A2	40.40	0.211 ab
A3	39.00	0.196 b
B1	39.00	0.177 bc
B2	38.35	0.243 a
B3	40.75	0.227 ab
CK	35.15	0.165 c

注:同列小写字母表示在 α=0.05 水平的差异显著性(LSD)。

Notes: The lowercase in the same column represent significant difference (LSD) of α = 0.05 level.

由表 2 可知，实验各处理比对照均明显提高了玉米幼苗的高度及单株干物重，苗高提高幅度为 9%~15%,单株干重增加幅度为 7%~47%,说明在低温下经过种子化控处理的幼苗生长状况好于用蒸馏水处理的对照。

处理 A1、A2 及处理 B2、B3 的苗高都高于对照,B3 处理增高幅度最大为 15.93%。干物重表现出与苗高相似的效果。表明试剂 A 的低浓度 (A1、A2)和试剂 B 的高浓度(B2、B3)都能明显促进玉米幼苗的

伸长生长,对玉米壮苗有很大作用。

2.3 不同化控处理对低温胁迫下玉米幼苗叶面积的影响

表3 不同处理对低温胁迫下幼苗叶面积的影响

Table 3 The effects of maize seedling leaf area treated by different treatments cm²/株

处理 Treatment	低温胁迫前 Before the lower temperature stress	低温胁迫后 After the lower temperature stress	降低 Lowered range
A1	87.746	80.669	7.077
A2	95.535	89.213	6.322
A3	91.155	81.304	9.851
B1	88.568	76.553	12.015
B2	86.478	82.166	4.312
B3	83.959	79.065	4.894
CK	87.405	75.586	11.819

从表3中可以看出，化控处理明显减缓了单株玉米幼苗叶片在低温胁迫下叶面积的降低。低温胁迫后，化控处理A、B比对照降低叶面积幅度小,其中处理A比处理B低温后的叶面积要大,更能有效的抵抗低温,保持生长。其中,低浓度处理A1、A2和高浓度处理B2、B3明显减缓了由于低温胁迫造成的叶面积下降，有效阻滞了低温环境下幼苗叶片叶面积的萎蔫，为幼苗正常生长以及叶片光合作用创造了有利场所。

2.4 不同化控处理对低温胁迫下玉米幼苗叶片叶绿素含量的影响

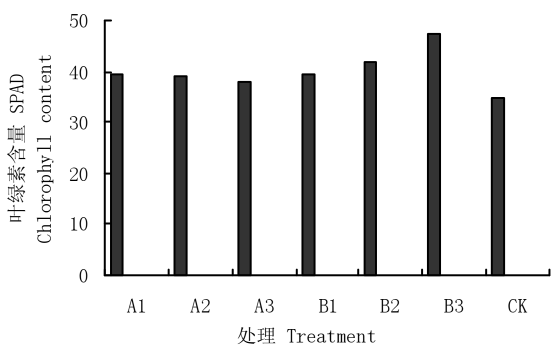

图1 不同处理对低温胁迫下幼苗叶片叶绿素含量的影响

Fig.1 The effects of chlorophyll content of maize seedling lamina treated by different treatments

由图1可知,与对照相比,经化控药剂处理后的玉米幼苗在低温胁迫下均不同程度地提高了叶片的叶绿素含量,增加范围在9%~35%。其中,药剂B比药剂A叶绿素含量的提高幅度要大,叶片舒展度也比药剂A表现好,与叶面积的结果相近。化控处理B2、B3明显比对照提高了玉米幼苗的叶绿素含量,分别提高19%和35%,其他处理也比对照提高了植株叶片的叶绿素含量，有利于玉米光合产物的形成和积累。

2.5 不同化控处理对低温胁迫下玉米幼苗叶片中保护酶活性的影响

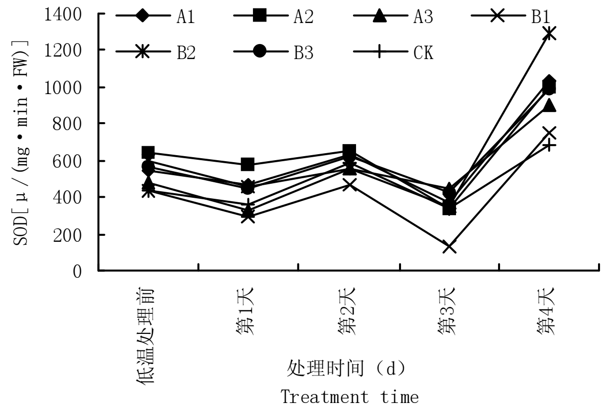

图2 不同处理对低温胁迫下玉米叶片SOD活性的影响

Fig.2 The effects of activity of superoxide dismutase (SOD) of maize lamina treated by different treatments

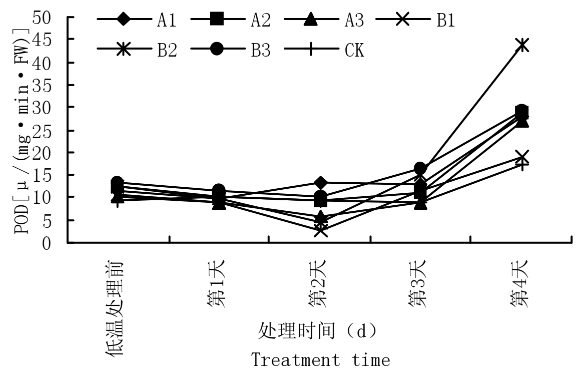

图3 不同处理对低温胁迫下玉米叶片POD活性的影响

Fig. 3 The effects of activity of peroxidase (POD) of maize lamina treated by different treatments

由图2、图3中看出,经低温胁迫后,各化控处理(包括对照)的幼苗叶片中SOD、POD活性变化趋势均先下降,然后随着时间推移又上升。由于低温,第1天玉米幼苗叶片中SOD、POD活性先小幅下降后升高,在第3天又降低到最低值,在低温的第4天又急剧升高。其中,药剂A的各处理比药剂B处理对叶片中SOD、POD活性的影响大。因此,药剂A在低温胁迫前期很好地维护了叶片细胞中氧自由基的产生与清除之间的平衡。

在低温胁迫的前期，A2、B2、B3和B1处理一直保持在较高水平,胁迫后期B2处理和A1处理保持比较高的SOD活性,比对照高约30%~40%,而且B2处理在整个低温胁迫期间SOD活性变化幅度不

大,只有在第 4 天才表现出异常。这说明 B2 处理能够很好地防止细胞膜的过氧化，保持细胞内氧自由基的平衡。

2.6　化控处理对低温胁迫下玉米幼苗叶片中 MDA 含量的影响

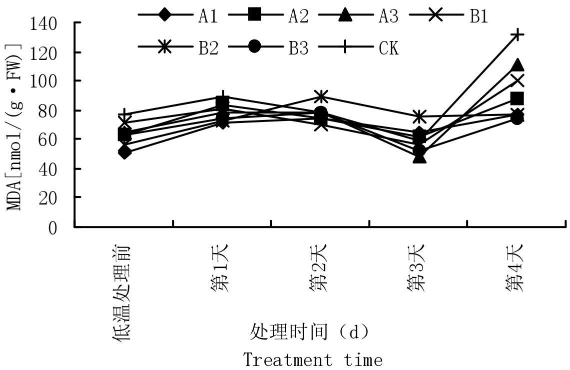

图 4　不同处理对低温胁迫下玉米叶片 MDA 含量的影响

Fig.4　The effects of malondialdehyde (MDA) content of maize lamina treated by different treatments

由图 4 可知，低温胁迫下，玉米幼苗叶片中 MDA 含量逐渐上升,由于植物体内本身的调节能力及化学调控的措施，表现出各处理在 MDA 含量上升过程有短暂的回落。在 4 d 的低温胁迫下,玉米叶片 MDA 含量增加的幅度有了很明显的减缓，其中药剂 B 比药剂 A 效果明显。

3　结论与讨论

本实验中化学调控不论从种子的发芽、幼苗的生长发育还是生理生化都与对照有显著性差异,达到了促进发芽、壮苗、抗低温的效果。其中,试剂 A 的低浓度(A1、A2)和试剂 B 的高浓度(B2、B3)都明显促进了低温下种子的萌发，加快了低温下玉米幼苗的生长发育,提高了幼苗的抗逆性,对于玉米的壮苗有很大的作用。

使用适当浓度的化学药剂，可以有效促进玉米幼苗的生长发育,增大叶面积和叶绿素含量,提高其抗逆性,促进了幼苗叶片 SOD、POD 活性的增强,减缓了 MDA 含量的增加。因此,试剂 A 和试剂 B 的适当浓度可以影响植物体内与膜相关的代谢变化,而这些变化又对提高植物的抗逆性起重要作用。

通过化学调控对玉米苗期低温的生理测定,已初步阐明了本实验所用药剂的作用，为抗低温助长剂在大田验证研究提供了理论基础。但其抗逆机理还有待进一步研究。

参考文献:

[1] 李祎君,王春乙 . 东北地区玉米低温冷害防御决策支持系统的概念模型[J] . 自然灾害学报,2004(5):62-68.

[2] 孙玉亭,王书裕,杨家歧 . 东北地区作物冷害研究[J] . 气象学报,1983,41(3):313-321.

[3] 张志良 . 植物生理学实验指导(第 2 版)[M] . 北京:高等教育出版社,1994 .

[4] 陈以峰，周　燮 . 氯化胆碱对多种逆境下作物膜稳定性的影响[J] . 华北农学报,1997,12(2):54-58.

[5] 黄丽华 . 水杨酸浸种对玉米种子萌发及生理生化的影响[J] . 肇庆学院学报,2005,26(2):35-37.

[6] 周　天,周晓梅 . 油菜素内酯对玉米幼苗抗冷性的影响[J] . 吉林师范大学学报(自然科学版),2004(1):6-8.

[7] 宋立泉 . 低温对玉米生长发育的影响[J] . 玉米科学,1997,5(3):58-60 .

[8] 欧阳西荣,林彰文 . 种子处理对玉米幼苗抗低温能力的影响[J] . 种子,2004(6):23 .

(责任编辑:张　英)