

文章编号 1005- 9369(2004)02- 0191- 04

低温胁迫对玉米幼苗抗冷性的影响初探

张金龙, 周有佳, 胡 敏, 朱 蕾, 张 达*

(东北农业大学生命科学学院 黑龙江 哈尔滨 150030)

摘要: 文章研究了以 25 为对照, 以 14、4 为低温胁迫处理后玉米幼苗的 4 项生理指标: 叶绿素含量、根系活力、过氧化物酶活性、细胞膜的通透性相对电导率, 并探讨了这些数据的成因, 综合讨论了低温胁迫与玉米幼苗抗冷性之间的关系。

同步完成的玉米 846 自交系发芽率实验结果证明, 实验所用种子的发芽率高, 而低温对玉米种子萌发有延迟作用。

关键词: 低温; 玉米; 冷害; 抗冷性; 萌发

中图分类号: S513; S5/59 | **文献标识码** A

植物寒害一般分为两种: 冰点以上低温对植物的伤害为冷害; 冰点以下低温对植物的伤害为冻害。本文主要讨论前者。

低温在一定程度上破坏细胞膜, 从而影响膜系统维持的生理功能^[1,2]。研究指出, 大部分植物在温度介于 0~ 15 之间时一系列生理功能被破坏^[3]。根据对低温的抗性将植物分为两类: 低温敏感型, 如玉米(极限温度 4), 香蕉(极限温度 14); 低温非敏感型, 这类植物在 15 以下 0 以上时受冷害的迹象不明显^[4]。生活在寒带及温带早春、晚秋的植物一般对冷害的抗性较强, 原产在热带和亚热带地区的植物, 以及温带夏季生长的短命植物对冷害的抗性一般较弱。同一作物不同品种间对冷害的抗性也有显著差异^[5]。低温冷害是限制物种分布与农业生产的重要因素^[1,6]。

黑龙江属高寒地区, 玉米是其主要农作物之一, 因此研究低温对玉米伤害有重大的实际意义。

1 材料与方法

1.1 材 料

东农 846 号玉米自交系, 由东北农业大学农学

院育种教研室提供。

1.2 方法

1.2.1 发芽率的测定 取 150 粒玉米 846 自交系种子, 在 75% 乙醇中浸泡 10 s, 继而用 5% 次氯酸钙溶液消毒 10 min, 25 下在蒸馏水中浸种 14 h。每 50 粒 1 组, 分 3 组分别放入 25, 14, 4 的培养箱中萌发, 每天记录发芽结果。

1.2.2 玉米幼苗的培养条件 东农 846 号玉米自交系种子消毒(同 1)25 浸种 14 h, 25 温箱催芽 3 d, 转入 1/2 完全培养液中培养。3 d 后转入完全培养液中培养。从浸种起第 14 天将幼苗分别放入 25, 14, 4 的恒温光照培养箱培养 3 d, 取出后在 25 下培养 3 d, 然后测定 4 项生理指标。

1.2.3 生理指标测定

叶绿素含量——722 型分光光度计——丙酮法^[7]

根系活力的测定——TTC 法^[7]

过氧化物酶的活性——愈创木酚法^[7]

外渗电导率的测定——DDS-307 电导率仪法^[7]

2 结果与分析

2.1 玉米发芽率实验

低温冷害延迟玉米种子的萌发时间, 并导致发芽率和发芽指数(Gi)降低。

$G_i = G_t/D_t$, G_t 为在 t 日内的发芽率, D_t 为

收稿日期: 2003- 05- 27

基金项目: 黑龙江省新世纪教育教学改革项目资助(B0402)

作者简介: 张金龙(1982-), 男, 天津人, 东北农业大学生命科学学院生物学 011 班学生, 研究方向植物学。

* 通讯作者



相应的发芽日数。Gi 越大,表明发芽速率越快^[8]。

分析原因如下:

1) 低温胁迫影响酶的合成以及酶的活性,导致种子无法有效地将大分子贮藏物质转变为小分子可利用物质。

2) 低温影响种子的吸水能力,使种子在相应时间内得不到足够水分完成生理生化反应。

3) 低温降低种子的呼吸速率,产生的能量无法满足植物组织的构建、物质的合成、转运等。

表 1 玉米种子的发芽率及发芽指数

Table 1 The germination rates and germination indexes of the maize 846 seeds

品种 Breed	低温(4)% Low-temperature						Gi	次低温(14)% Lesser low-temperature					Gi	适温(25)% Fit temperature			Gi
	天数 (Day)							天数 (Day)						天数 (Day)			
	5	6	7	8	9	12		2	3	4	5	1		2	3		
846	8.00	22.00	38.00	80.00	94.00	98.00	6.68	32.00	92.00	98.00	100.00	18.95	42.00	96.00	100.00	56.17	

2.2 低温胁迫后叶绿素含量的变化

随低温冷害的加剧,叶绿素的含量显著降低,经 4 低温处理的幼苗叶绿素含量仅为 25 正常处理幼苗叶绿素含量的 68.97% (表 2, 图 1)。

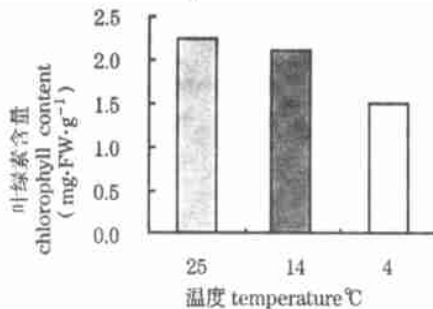


图 1 低温胁迫对玉米幼苗叶绿素含量的影响

Fig 1 Effect of low-temperature treatment on chlorophyll content on maize seedlings

分析叶绿素含量降低的原因如下:

1) 低温下 SOD 等保护酶的活性、含量降低,无法保护叶绿素不受自由基伤害,使含量降低。

2) S. Tjus 等的研究结果显示,植物受低温冷害,光合系统 I 最先受到攻击,光合系统 I 的破坏使光合电子传递链相关产物积累,进而对光合系统 II 产生毒害作用,同时破坏类囊体内的叶绿素^[8]。由于低温,使生理代谢过程中产生的某些毒物(积累毒物)不能及时清除,这正是受到胁迫的植物叶绿素含量低的一个原因^[6]。

2.3 低温胁迫后根系活力的变化

由 TTC 还原强度的变化可知(表 2, 图 2),脱氢酶的活性因低温冷害的加深有显著的下降,从一个

侧面反映出整个根系的活力随低温冷害的加重而降低。分析原因可能是由于脱氢酶的合成受阻,分解加剧,也不排除部分脱氢酶的构象在低温胁迫下产生了变化或者受到某种低温积累抑制物的影响而不再具有生理活性。脱氢酶生理活性的降低进一步导致根系呼吸代谢速率的降低,由此可间接的反映根系的 ATP 供给情况,ATP 供给的减少直接影响到植物对水分和无机盐的吸收。

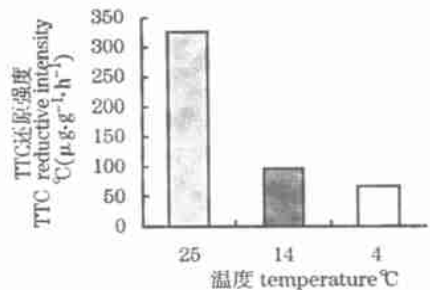


图 2 低温胁迫对玉米幼苗根系活力的影响

Fig 2 Effect of low-temperature treatment on root activity on maize seedlings

2.4 低温胁迫后过氧化物酶活性的变化

叶片中过氧化物酶的活性随冷害的加重而降低(表 2, 图 3)。这是由于低温影响了相关 RNA 的转录、翻译,以及各种酶的生理活性,从而使过氧化物酶的合成减少,同时植物为抵御低温冷害而水解体内的部分蛋白质,使游离氨基酸,特别是脯氨酸增加^[1],过氧化物酶的分解加剧,从而使其相对含量降低。这将从一定程度上抑制植物体对过氧化物的分解,由于过氧化物会对细胞产生一系列破坏(如不饱和脂肪酸被氧化,还原性的辅酶因子被氧化,某些酶

活性, 细胞信号改变等), 过氧化物的升高将影响到整个植物体其他生理活动。

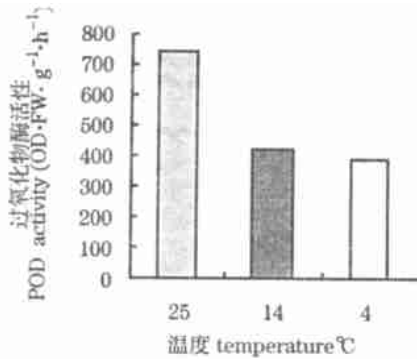


图 3 低温胁迫对玉米幼苗过氧化物酶活性的影响
Fig 3 Effect of low-temperature treatment POD activity on maize seedlings

2.5 低温胁迫后相对外渗电导率的变化

根据实验数据(表 2, 图 4, 5), 外渗电导率随低温胁迫的加重而显著增加。外渗电导率是反映生物膜通透性的重要参数, 而膜的通透性是生命活力的指标之一。植物低温冷害中最核心的伤害是膜系统被低温破坏^[5]。正常情况下细胞是一个完整的生物膜系统, 其流动性与膜中磷脂的流动性有直接关系。生物膜中饱和磷脂与不饱和磷脂交替排列, 整个系统以液晶状态存在。对低温敏感的植物膜中含有较多的饱和脂肪酸, 而抗性较强的植物的膜内含有较多的不饱和脂肪酸, 以保证低温状态下膜的流动性^[4]。低温冷害可引起膜相分离, 使不饱和脂肪酸饱和脂肪酸各自聚集在一起, 此时细胞膜由流动镶嵌的液晶状态转变成凝胶状态^[9], 从而使细胞膜的完整性受到破坏。同时膜上吸附有一定生理功能的

离子如 Ca²⁺ 脱落, 伴随细胞内部离子外渗, 从而使细胞的外渗电导率增加。外渗电导率随冷害的加重而升高显示了细胞膜所受的伤害程度随冷害而加重的过程。

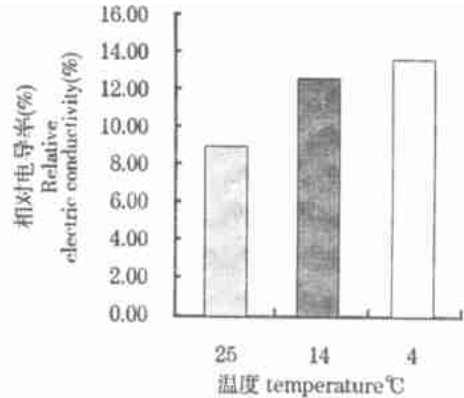


图 4 低温胁迫后玉米幼苗外渗电导率的变化
Fig 4 Effect of low-temperature treatment on Electric conductivity on maize seedlings

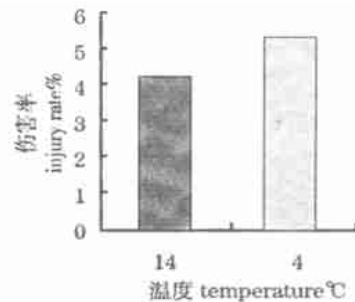


图 5 伤害率
Fig 5 Injury rate

表 2 低温胁迫下玉米各生理指标的测定结果

Table 2 Effect of 4 physiological indexes of maize seedlings under low-temperature stress and relative change

品种 Breed	温度 Temperature	叶绿素含量 Chlorophyll content (mg FW·g ⁻¹)	根系活力 TTC reductive intensity (μg g ⁻¹ ·h ⁻¹)	过氧化物酶活性 POD activity (OD·FW·g ⁻¹ ·h ⁻¹)	相对电导率(%) Relative electric conductivity (%)	伤害率(%) Injury rate (%)
东农 846 玉米 自交系	25	2.253 1	325.000 0	746.670 0	8.743 0	—
	14	2.133 7	98.330 0	422.420 0	12.560 0	4.183 0
Dongnong 846	4	1.550 0	70.000 0	400.000 0	13.550 0	5.268 0

3 结 论

3.1 生理指标测定结果可以如实地反映玉米幼苗受到冷害的影响, 冷害程度越深, 相关的抗冷性生理

指标变化越明显。证明以上生理指标如实地反映玉米幼苗受低温冷害的程度。

3.2 使种子保持在适宜温度下萌发的重要性, 从发芽率和发芽指数实验可以明显看出低温延长了种子

的发芽时间。发芽的延迟延长了植物的生长期,对作物的生长不利,特别是成熟期较晚的作物。因而,适宜的温度对种子的萌发是极为重要的。

承蒙史芝文教授对实验设计提出宝贵意见。

参 考 文 献

[1] 王忠. 植物生理学 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2000, 432-448.

[2] Staffan Erling Tjus, Birger Lindberg Moller. Photosystem I is an Early Target of Photoinhibition in Barley Illuminated at Chilling Temperatures [J] Plant Physiol 1998, (116): 755-764

[3] Fitter A H, R K M. Hay Environmental Physiology of plants [M] Academic Press 1981, 171- 197.

[4] William G. Hopkins Introduction to Plant Physiology [M] New York: John Wiley & Sons, Inc 1995, 431- 432

[5] 汪耀仁, 薛绍白, 柳惠图. 细胞生物学(第二版) [M] 北京: 北京师范大学出版社, 2002, 698- 702.

[6] Charles Robert Olien, Myrtle N. Smith Inc Analysis and improvement of plant Cold Hardiness [C] CRC Press, 1981. 1 - 13

[7] 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, 2002.

[8] 顾增辉. 测定种子活力方法之探讨——发芽的生理测定法 [J] 种子, 1982, (3): 11- 17.

[9] Maynard C. Bowers Environmental Effects of cold on plants Plant-Environment Interactions [C] Marcel Dekker, Inc New York 1994, 391- 411.

The effects of low-temperature stress on chilling resistance ability of maize seedlings

ZHANG Jin-long, ZHOU You-jia, HU Min, ZHU Lei, ZHANG Da*
 (College of Life Science, Northeast Agricultural University, Harbin, Heilongjiang 150030, PRC)

Abstract: The article is about the four main physiological indexes and their causes of the maize seedlings which cultivated for 3 days at low temperatures and then 3 days at room temperature.

The result of the seeds germination indicates that the vitality of the seeds drops when the seeds germinated at low temperatures

Key words: low-temperature; stress; maize; chilling; resistance; chilling injury; germination