

低温胁迫对玉米种子萌发过程中 抗氧化酶活性的影响

张雪峰

(辽宁省绿色食品发展中心, 辽宁 沈阳 110032)

摘要:为了探索玉米种子萌发期耐冷性的调控机理,以耐冷性不同的玉米杂交种郑单 958、吉单 415、辽单 632、铁单 18 为试材,研究玉米种子在适温和低温萌发过程中抗氧化酶活性的变化。结果表明:SOD 酶活性呈大起大落的急剧变化,无论是适宜温度还是在低温条件下,耐冷品系郑单 958 和吉单 415 的 SOD 酶活性持续增强,且都高于冷敏感品系辽单 632 和铁单 18;无论是低温还是适温各品系萌发期种子 POD 活性的变化都呈单峰曲线,耐冷品系郑单 958 和吉单 415 POD 峰值出现较早且峰值较高,反之,辽单 632 和铁单 18 POD 峰值出现慢且峰值低;玉米种子 CAT 活性在种子萌发之前几乎为 0,耐低温性强的品系郑单 958 和吉单 415 增加的幅度较大,而耐低温性差的品系辽单 632 和铁单 18 上升幅度较缓。

关键词:玉米;种子萌发;低温胁迫;抗氧化酶

中图分类号:S513.01

文献标识码:A

文章编号:1002-2767(2013)05-0011-03

冷敏感作物玉米的授粉期需要避开夏季高温和干旱等不利气候,东北作为玉米的主要产区的重要措施是在春季早播种,但早春低温冷害影响玉米种子的萌发能力,进而影响作物的产量和品质^[1]。生产上急需耐低温的适于早熟、早播栽培的品系,而耐低温品种的选育首先需要耐低温的育种种质。该试验以耐冷性不同的玉米杂交种品系郑单 958、吉单 415、辽单 632、铁单 18 为试材,研究玉米种子在适温和低温萌发过程中抗氧化酶活性的变化,探索玉米种子萌发期耐冷性形成的抗性调控机理,以期为完善玉米种子耐低温机理提供理论根据,为玉米春季早播低温逆境下栽培技术的改进提供理论指导。

1 材料与方法

1.1 材料

供试玉米耐冷品系郑单 958、吉单 415 和冷敏感品系辽单 632、铁单 18 由中国农业科学院提供。

1.2 方法

种子低温萌发处理抗氧化酶活性测定用 1% 次氯酸钠消毒 10 min 后的种子均匀摆放于 9 cm 的培养皿中,然后分别置于 10℃ 低温和 27℃ 适温培养,10℃ 在 1,3,5,7,9,11 和 13 d 取样,27℃ 在 0.5,1.0,1.5,2.0 和 3.0 d 取样,测定种子超氧化物歧化酶(光化学还原反应法测定)、过氧化物酶(愈创木酚法)、过氧化氢酶(紫外吸收法测定)。

2 结果与分析

2.1 低温对萌发期种子超氧化物歧化酶(SOD)活性的影响

无论是适宜温度还是在低温条件下,SOD 在 0 d 时就有一定活性,由图 1 可知,在正常温度条件下,各品系 SOD 酶活性总体保持先上升后下降的趋势。玉米种子萌发初期 SOD 活性迅速增强,胚根未开始大量突破种皮(1 d)前增加较快,以后(1.5~2.0 d)迅速下降,但萌发后期保持在一定水平。而在低温条件下(见图 2)处理,开始酶活性有小幅下降,但随后 SOD 活性开始有所上升,耐冷品系郑单 958 和吉单 415 酶活性持续增强,到种子大量萌发的第 7 天仍保持较高活性,随后稍有下降,但也高于冷敏感品系辽单 632 和铁单 18,可能 SOD 活性的上升是种子对低温不良

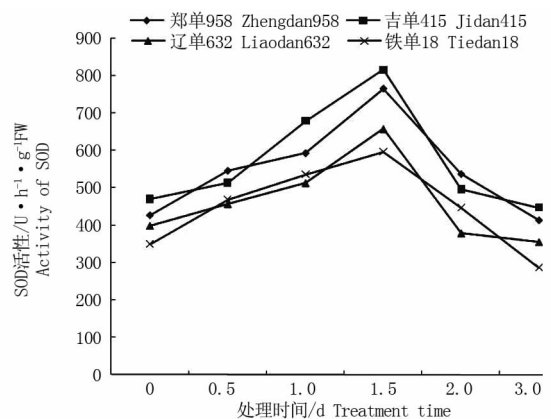


图 1 种子适温萌发过程中 SOD 活性变化
Fig. 1 Changes of SOD activity during seed germinating under normal temperature

收稿日期:2013-02-27

作者简介:张雪峰(1977-),女,辽宁省沈阳市人,硕士,高级农艺师,从事绿色食品及有机食品认证研究。E-mail: zxf19770303@163.com。

环境的一种保护性应激反应。冷敏感品系辽单 632 和铁单 18 在低温处理初期 SOD 活性不断下降,后期有所上升后又有较大幅度的降低,这种酶活性大起大落的急剧变化,会造成组织内活性氧的突然大量产生,从而使机体受到伤害。可能保持 SOD 较高活性是萌发期种子耐低温与否的先决条件。

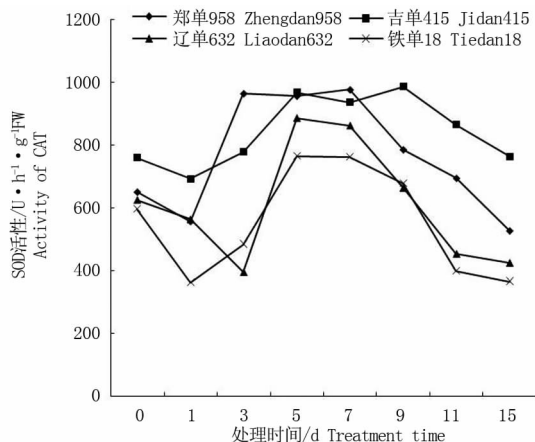


图 2 种子低温萌发过程中 SOD 活性变化
Fig. 2 Changes of SOD activity during seed germinating under low temperature

2.2 低温对萌发期种子过氧化物酶(POD)活性的影响

各品系种子在适宜温度下萌发初期,POD 活性很低,吸胀萌发过程中虽有小幅下降但之后又逐步升高,升高的速度随萌发进程而加快,最后逐渐降低(见图 3)。无论是低温还是适温各品系萌发期种子 POD 活性的变化都呈单峰曲线,种子在低温条件下萌发,POD 活性有增加趋势(见图 4)。不同耐低温性的品系 POD 高峰出现的时间不相同,耐冷品系郑单 958 和吉单 415POD 峰值出现较早且峰值较高,反之,辽单 632 和铁单 18POD 峰值出现慢且峰值低。

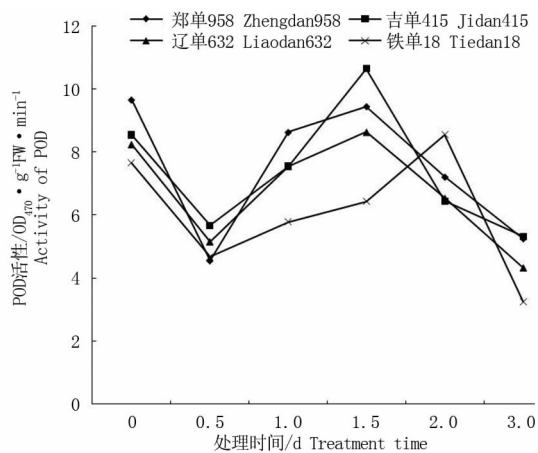


图 3 种子适温萌发过程中 POD 活性变化
Fig. 3 Changes of POD activity during seed germinating under normal temperature

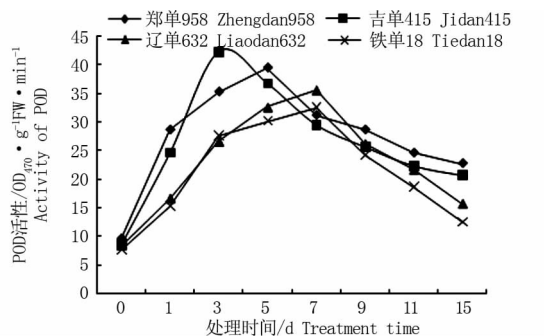


图 4 种子低温萌发过程中 POD 活性变化
Fig. 4 Changes of POD activity during seed germinating under low temperature

2.3 低温对萌发期种子过氧化氢酶(CAT)活性的影响

从图 5 可以看出,玉米种子 CAT 活性在种子萌发之前几乎为 0,在适温萌发条件下,萌发期内 CAT 活性逐渐升高,之后稳定在一定水平。在低温条件下,CAT 活性 1~3 d 迅速升高,之后逐渐下降,但不同耐低温性的品系上升幅度差异显著,耐冷性强的品系郑单 958 和吉单 415 增加的幅度较大,而冷敏感品系辽单 632 和铁单 18 上

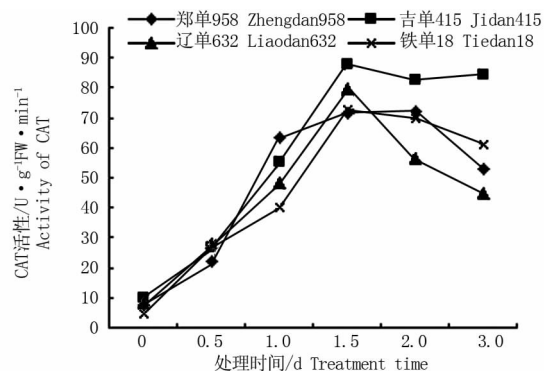


图 5 种子适温萌发过程中 CAT 活性变化
Fig. 5 Changes of CAT activity during seed germinating under normal temperature

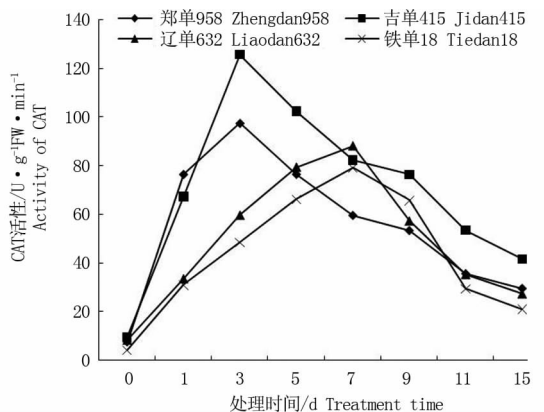


图 6 种子低温萌发过程中 CAT 活性变化
Fig. 6 Changes of CAT activity during seed germinating under low temperature

升幅度较缓(见图 6)。

3 结论与讨论

种子组织中存在 SOD、POD、CAT 等保护性酶,可清除萌发过程中物质能量代谢产生的大量活性氧,维持相对的活性氧动态平衡,减轻活性氧造成的脂质过氧化作用,有利于维持种子在萌发过程中膜结构的完整性^[2]。植物在低温下的伤害与低温引起的超氧化物歧化酶(SOD)活性下降密切相关^[3],黄瓜子叶在 $-3\sim 3^{\circ}\text{C}$,子叶的 SOD 活性下降 $11.57\%\sim 21.65\%$,低温影响植物 SOD 活性下降的程度与植物品种本身抗冷能力有关,抗冷能力强的品种 SOD 活性下降较少,而抗冷能力弱的品种在同等低温条件下 SOD 活性下降显著。胡晋^[4]的研究表明,超甜玉米种子在低温下萌发,引起种子脱氢酶和过氧化物酶活性提高。

限制潜在的活性氧伤害和是否能及时清除冗余活性氧是保护低温条件下植物免遭或者减轻伤害的关键。研究表明,冷敏感玉米种子在低温处理初期,其磷酸化作用降低,但其呼吸电子传递仍保持相对较高的活性,这种电子传递的电子传递和 ATP 形成能力的不平衡导致电子传递的电子漏,从而产生大量的 O_2^- 及 H_2O_2 等多种活性氧^[5]。戴玉强等^[5]的研究表明,低温下耐冷品种体内的 SOD、CAT 和 GR 的活性变化很小,接近于常温对照水平,冷敏感品种 SOD、CAT 和 GR 的活性从冷处理第一天开始就持续下降。

该试验表明,低温条件下萌发玉米种子随处理时间的延长,种子在萌发初期(1~3 d)萌发玉米种子体内活性氧积累过程中,SOD、POD、CAT 等抗氧化酶由于底物浓度增加而被诱导,从而加强代谢清除 O_2^- 及 H_2O_2 的能力,保护膜系统结构和功能的完整性,说明活性氧代谢基本处于平衡状态;随着低温处理时间的延长,萌发玉米种子 SOD、CAT 活性下降和 POD 活性升高,表明酶系统平衡可能被破坏,将不利于对活性氧的清除,造成机体活性氧的增加,从而加速膜脂过氧化作用,使 MDA 含量和膜透性增加。同时,POD 具有吲

哚乙酸(IAA)氧化酶功能,在低温下 POD 活性的剧烈增加可导致 IAA 含量下降;POD 还可促进植物细胞壁中半纤维素、果胶质等发生交链,形成木质素,增加细胞壁木质化程度,从而促进种子的萌发。萌发期种子中过氧化物酶在低温下活性降低,这可能是由于低温影响了相关 mRNA 的转录、翻译,以及影响了各种酶的生理活性,从而使过氧化物酶的合成减少,同时种子萌发时为抵御低温冷害而水解体内的部分蛋白质,使游离氨基酸脯氨酸含量增加,加剧过氧化物酶的分解,使其活性降低。耐低温性强的品种 SOD、POD、CAT 活性在低温萌发过程中保持较高水平,且变化较为平缓,这与种子低温萌发率表现一致,表明低温下抗氧化酶保护系统功能稳定,可协调细胞内各项生理代谢。

玉米等冷敏感作物的耐冷性是微效多基因控制的数量性状,在耐冷品种选育中,寻找耐冷性强的品种资源,可通过常规育种基因工程技术改良冷敏感作物的耐冷性,获得耐冷性强的品系^[6]。当前关于萌发期种子耐低温的各生理因素的相互作用研究还很少,而且较多停留在传统的植物生理水平,而根据种子低温萌发的突变体并运用分子生物学和遗传学研究手段,结合合适的模式植物研究其生理生化反应的变化将是今后研究的方向。

参考文献:

- [1] 胡荣海,陶赶芝.玉米苗期抗冷鉴定方法及指标[J].农业科技通讯,1981(3):14.
- [2] 宋剑陶,顾增辉.抗冷性不同的大豆品种生理生化差异研究[J].种子,1992(4):2-5.
- [3] 刘明池.萌动种子处理提高黄瓜幼苗的抗冷性[J].华北农学报,1994,9(4):23-26.
- [4] 胡晋.种子引发及其效应[J].种子,1998(2):33-35.
- [5] 戴玉强,邓霞玲,姜孝成,等.不同水稻品种幼苗期的耐寒性生理鉴定及其利用[J].湖南师范大学:自然科学学报,2004,27(3):86-89.
- [6] Abdelbagi M I, Hall A E, Close T J. Allelic variation of a dehydrin gene cosegregates with chilling tolerance during seedling emergence[J]. Pro. Natl. Acad. Sci. USA, 1999, 96: 13566-13570.

Effect of the Chilling Tolerance on Antioxidant Enzymes Activity during Maize Seed Germination

ZHANG Xue-feng

(Liaoning Green Food Development Center, Shenyang, Liaoning 110032)

Abstract: In order to explore the regulation mechanism of cold resistance at the maize seed germination stage, taking the difference maize hybrids (Zhengdan 958, Jidan 415, Tiedan 18 and Liaodan 632) as experimental materials, the changes of antioxidant enzymes activity at maize seed germination stage were studied under 10°C and 27°C . The results showed that the changes of antioxidant enzymes showed dramatically fluctuant trend under not only low but also suitable temperature. The activities of SOD were increased continuously since the treatments of chilling-resistance (Zhengdan 958 and Jidan 415), and both higher than Liaodan 632 and Tiedan 18.