

低温对鲜食玉米种子萌发及幼苗生长的影响

张海艳*

青岛农业大学农学与植物保护学院, 山东青岛266109

摘要:以糯玉米和甜玉米品种为材料,采用光照培养箱进行3个温度处理(25、20和15 °C),研究低温胁迫对鲜食玉米种子萌发和幼苗生长、生物量分配及防御酶活性的影响。结果表明,随着温度降低,种子的发芽率、发芽势、发芽指数、活力指数、发芽速度指数及幼苗的苗高、根长、苗和根生物量、苗生物量分配、超氧化物歧化酶(SOD)和过氧化物酶(POD)活性均显著降低,平均发芽时间显著延长。与对照(25 °C)相比,20 °C条件下糯玉米和甜玉米种子发芽率分别降低2.0%~5.4%、24.8%~26.6%,根苗比分别增加38.4%~55.1%、71.6%~91.2%;15 °C条件下发芽率均降低100%,根苗比分别增加227.4%~459.6%、691.7%~1060.0%。表明低温抑制鲜食玉米种子发芽和幼苗生长,甜玉米种子萌发受抑程度可能大于糯玉米;苗比根对低温更敏感,甜玉米表现尤为明显。

关键词:糯玉米;甜玉米;低温;种子萌发;幼苗生长

Effects of Low Temperature on Seed Germination and Seedling Growth of Fresh Corn

ZHANG Hai-Yan*

College of Agronomy and Plant Protection, Qingdao Agricultural University, Qingdao, Shandong 266109, China

Abstract: Waxy corn and sweet corn were germinated with three temperature treatments (25, 20 and 15 °C) in incubators to study the effects of low temperatures on seed germination, seedling growth, biomass allocation and activities of antioxidant enzymes of fresh corn. The results showed that, with the decrease of temperature, germination percentage, germination energy, germination index, vigor index, germination velocity index, seedling height, root length, shoot and root biomass, biomass allocation to shoot, superoxide dismutase (SOD) and peroxidase (POD) activities decreased significantly, and the average germination time increased significantly. Compared with the control treatment (25 °C), treatment of 20 °C could decrease germination percentage of waxy corn and sweet corn by 2.0%–5.4% and 24.8%–26.6%, respectively, and increase root/seedling ratio of waxy corn and sweet corn by 38.4%–55.1% and 71.6%–91.2%, respectively. The treatment of 15 °C could decrease germination percentage of waxy corn and sweet corn by 100%, and increase root/seedling ratio in waxy corn and sweet corn by 227.4%–459.6% and 691.7%–1060.0%, respectively. Low temperature inhibited seed germination and seedling growth, and had much more effect on sweet corn than waxy corn. Seedling was more sensitive to low temperature than root, which was more evident in sweet corn than waxy corn.

Key words: waxy corn; sweet corn; low temperature; seed germination; seedling growth

鲜食玉米是指乳熟后期和蜡熟初期收获的玉米,主要包括糯玉米、甜玉米和甜糯玉米。鲜食玉米因其营养丰富,风味独特、适口,越来越受到广大消费者的欢迎(刘夫国等2012)。与普通玉米相比,鲜食玉米种子中干物质含量少,种子活力低,是影响其田间出苗的内在条件。

温度是影响种子萌发的重要条件之一。玉米原产热带,是典型的喜温植物,属低温敏感型。东北和华北属于我国玉米主产区,这些地区春季常发生低温霜冻等气象灾害,此时正值春玉米和套种玉米播种季节,温度过低影响玉米种子的发芽

和幼苗生长,造成缺苗断垄,影响玉米产量,因而常有“春种见苗收一半”的现象(陈民生等2007)。王洪刚等(2008)研究认为,温度低于5 °C时玉米种子不能发芽,低于17.5 °C时的种子发芽势、发芽率和活力指数显著降低。陈民生等(2007)研究认

收稿 2013-01-14 修定 2013-03-19

资助 国家自然科学基金(31101100)、青岛市科技计划项目[11-2-4-5-(8)-jch]和作物生物学国家重点实验室开放课题(2013KF05)。

* 通讯作者(E-mail: hyzhang608@126.com; Tel: 0532-88030342)。

为, 温度低于20 °C时玉米种子萌发晚, 出苗慢。谢皓(1998)研究发现玉米种子萌发最适宜的温度范围为24~31 °C。目前, 关于低温对玉米种子萌发的研究多针对于普通玉米, 缺乏对鲜食玉米的研究。实际生产中, 种植者为了使鲜食玉米提早上市赚取更大的经济利润, 也会选择春播甚至早春播种。因此, 鲜食玉米苗期极易遭遇低温冷害, 而研究低温对鲜食玉米种子萌发和幼苗生长的影响具有重要意义。本文以糯玉米和甜玉米的不同品种为材料, 研究了低温对其种子发芽、幼苗生长和生物量分配及防御酶活性的影响, 分析品种间差异, 以期在生产上选择合适的栽培品种和适宜的播期提供依据。

材料与方法

供试糯玉米(*Zea mays* L. var. *sinensis* Kulesh) 品种为‘京科糯2000’和‘鲁糯6号’, 甜玉米(*Zea mays* L. var. *saccharata* Sturt) 品种为‘东方甜1号’和‘超甜水果玉米’, 均由山东省农业科学院玉米研究所提供。

将过2 mm孔径筛的沙子用清水冲洗后130 °C烘干5 h, 按照标准发芽方法进行发芽试验。将种子播于4 cm深的沙床上, 盖沙2 cm, 分别于25 (对照)、20和15 °C光照培养箱中12 h光照/12 h黑暗条件下培养。3次重复。从种子发芽第3天开始一直到第10天, 每天统计发芽数, 并计算发芽相关指标。发芽势(GE)和发芽率(GP)分别是指第4天和第

7天发芽的种子数占总种子数的百分比。发芽指数(GI)= $\sum(Gt/Dt)$, Gt 为 t 时间内的发芽数, Dt 为相应的发芽天数; 活力指数(VI)= $GI \times S$, S 为苗高。按照Hu等(2005)的方法, 平均发芽时间(MGT)= $\sum TiNi / \sum Ni$, 其中 Ni 是指 Ti 时间新发芽的种子数。根据Timson (1965)的方法, 发芽速度指数(GVI)= $\sum Gi/Ti$, 其中 Gi 是指测定发芽第 i 期的发芽率, Ti 是指从发芽开始算起的天数。第10天时, 随机取幼苗叶片置于-40 °C冰箱保存, 用于酶活性测定。每个重复随机选取10株, 测量苗高和根长, 然后于70 °C烘箱中烘至恒重, 称取苗干重和根干重, 计算生物量。

用愈创木酚比色法(李合生2000)测定过氧化物酶(peroxidase, POD)活性, 用氮蓝四唑法(李合生2000)测定超氧化物歧化酶(superoxide dismutase, SOD)活性。

所有实验数据处理和方差分析采用Microsoft Excel和DPS软件完成。

结果与讨论

1 低温对鲜食玉米种子萌发的影响

随着温度降低, 种子发芽率、发芽势、发芽指数、活力指数和发芽速度指数显著降低, 平均发芽时间显著延长(表1)。这说明低温抑制鲜食玉米种子的发芽。与对照(25 °C)相比, 20 °C下糯玉米和甜玉米种子的发芽率分别降低2.0%~5.4%、24.8%~26.6%, 15 °C时发芽率均为0。说明低温对鲜食玉米种子萌发的影响存在品种间差异, 甜玉

表1 低温对鲜食玉米种子萌发的影响

Table 1 Effect of low temperature on seed germination of fresh corn

品种	温度/°C	发芽率/%	发芽势/%	发芽指数	活力指数	发芽速度指数	平均发芽时间/d
‘京科糯2000’	25	100 ^a	99 ^a	14.59 ^a	259.68 ^a	1.26 ^a	3.50 ^c
	20	98 ^b	0 ^b	9.70 ^b	108.03 ^b	0.81 ^b	5.11 ^b
	15	0 ^c	0 ^b	5.67 ^c	15.13 ^c	0.26 ^c	8.57 ^a
‘鲁糯6号’	25	99 ^a	91 ^a	12.56 ^a	209.49 ^a	1.09 ^a	3.99 ^c
	20	93 ^b	0 ^b	7.75 ^b	56.11 ^b	0.59 ^b	6.15 ^b
	15	0 ^c	0 ^b	5.14 ^c	6.55 ^c	0.20 ^c	8.94 ^a
‘东方甜1号’	25	86 ^a	65 ^a	11.85 ^a	152.15 ^a	1.02 ^a	3.76 ^c
	20	65 ^b	0 ^b	7.27 ^b	48.78 ^b	0.55 ^b	6.10 ^b
	15	0 ^c	0 ^b	3.71 ^c	3.21 ^c	0.16 ^c	8.81 ^a
‘超甜水果玉米’	25	93 ^a	59 ^a	10.91 ^a	132.87 ^a	0.93 ^a	4.68 ^c
	20	68 ^b	0 ^b	7.16 ^b	10.49 ^b	0.49 ^b	6.92 ^b
	15	0 ^c	0 ^b	3.82 ^c	1.77 ^c	0.13 ^c	9.33 ^a

同一品种同列中不同字母表示差异达5%显著水平。下表同此。

米种子受影响程度更大。这与黄艳胜(2007)的研究结果是一致的。因此, 春季易发生低温霜冻地区, 种植鲜食玉米要慎重选择, 相比甜玉米, 可以优先考虑糯玉米。

2 低温对鲜食玉米幼苗生长的影响

随着温度降低, 鲜食玉米幼苗的苗高、根长、

苗和根生物量显著降低, 根苗比增加(表2)。与25 °C相比, 20 °C处理的糯玉米和甜玉米幼苗根苗比分别增加38.4%~55.1%、71.6%~91.2%, 15 °C处理的分别增加227.4%~459.6%、691.7%~1060.0%。说明低温显著抑制鲜食玉米幼苗的生长, 且对苗的抑制作用大于根, 甜玉米表现尤为明显。

表2 低温对鲜食玉米幼苗生长的影响

Table 2 Effect of low temperature on seedling growth of fresh corn

品种	温度/°C	苗高/cm	根长/cm	根苗比	苗生物量/kg·m ⁻²	根生物量/kg·m ⁻²
‘京科糯2000’	25	18.29 ^a	17.32 ^a	0.95 ^b	10.47 ^a	8.59 ^a
	20	11.14 ^b	14.59 ^b	1.31 ^b	6.54 ^b	8.14 ^a
	15	2.67 ^c	8.23 ^c	3.10 ^a	1.58 ^c	2.69 ^b
‘鲁糯6号’	25	17.19 ^a	21.77 ^a	1.27 ^b	10.20 ^a	10.87 ^a
	20	7.24 ^b	14.28 ^b	1.97 ^b	5.12 ^b	9.53 ^a
	15	1.27 ^c	8.85 ^c	7.12 ^a	1.19 ^c	3.39 ^b
‘东方甜1号’	25	13.34 ^a	15.95 ^a	1.19 ^b	5.17 ^a	3.58 ^a
	20	6.71 ^b	13.75 ^b	2.05 ^b	2.96 ^b	3.05 ^a
	15	0.87 ^c	7.16 ^c	9.45 ^a	0.50 ^c	0.78 ^b
‘超甜水果玉米’	25	12.88 ^a	19.23 ^a	1.50 ^b	4.58 ^a	3.45 ^a
	20	5.44 ^b	15.43 ^b	2.86 ^b	2.30 ^b	3.03 ^a
	15	0.46 ^c	6.86 ^c	17.38 ^a	0.38 ^c	0.67 ^b

3 低温对鲜食玉米幼苗生物量分配的影响

随温度降低, 幼苗生物量分配格局发生显著变化(图1)。与对照相比, 20和15 °C处理时‘京科糯2000’、‘鲁糯6号’、‘东方甜1号’和‘超甜水果玉米’根生物量分配分别增加23.7%和40.7%、26.4%和43.8%、24.1%和48.8%、31.7%和48.5%; 苗生物量分配分别降低19.3%和33.1%、28.0%和46.4%、16.6%和33.7%、23.8%和36.5%。因此, 低温显著增加了根生物量分配, 降低了苗生物量分配。这说明苗比根对低温更敏感, 根会优先获得或积累

营养物质, 以保持较高的活力及水分、养分吸收能力, 这可能是玉米幼苗在适应低温逆境时的一种自我保护措施。这与张泽全等(2010)在小麦上的研究是一致的。然而, 韩冰等(2011)研究认为, 低温对黄瓜幼苗根系的影响大于对茎叶的影响, 低温下幼苗的根冠比降低。这可能与植物种类、种子播种深度、低温强度和持续时间等有关。

4 低温对鲜食玉米幼苗SOD和POD活性的影响

SOD和POD作为植物系统防御外界不良环境的保护酶, 能够清除植物体内过多的自由基和过

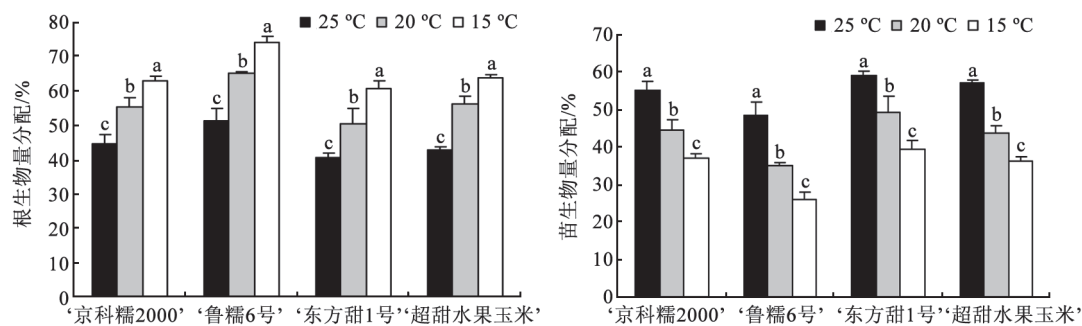


图1 低温对鲜食玉米幼苗生物量分配的影响

Fig.1 Effect of low temperature on seedling biomass allocation of fresh corn

氧化物。由图2可知,糯玉米幼苗SOD和POD活性高于甜玉米。20和15 °C下,糯玉米和甜玉米幼苗SOD活性分别比对照降低13.5%~25.3%和27.3%~48.1%, POD活性分别降低6.9%~16.9%和31.1%~45.2%。这表明低温胁迫使植物体内防御活性氧

的能力降低,细胞内自由基水平提高,膜质过氧化程度加剧,导致膜系统损伤,影响植物的生长。因此,低温胁迫下玉米幼苗POD和SOD可能无法作出应激反应和启动保护机制,玉米属于低温敏感型。

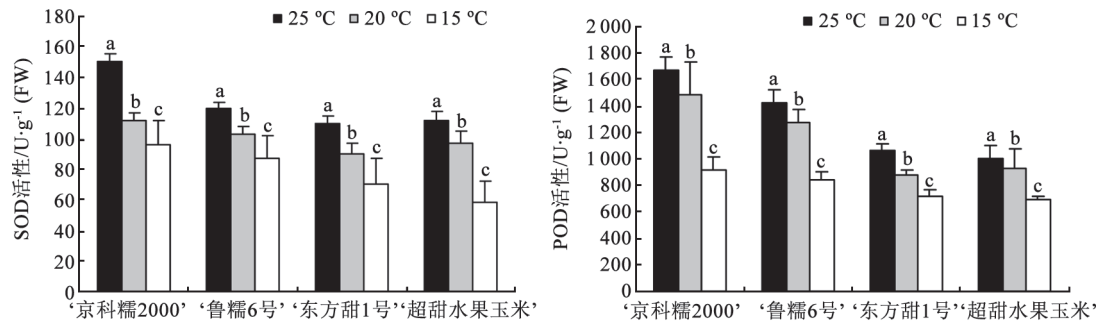


图2 低温对鲜食玉米幼苗SOD和POD活性的影响

Fig.2 Effect of low temperature on SOD and POD activities of fresh corn seedling

参考文献

- 陈民生, 耿忠义, 赵京岚(2007). 温度对玉米种子萌发特性的影响. 山东农业大学学报(自然科学版), 38 (2): 196~202
- 韩冰, 贺超兴, 闫妍, 郭世荣, 于贤昌(2011). AMF对低温胁迫下黄瓜幼苗生长和叶片抗氧化系统的影响. 中国农业科学, 44 (8): 1646~1653
- 黄艳胜(2007). 温度对玉米种子萌发能力的影响. 牡丹江师范学院学报(自然科学版), (1): 23~24
- 李合生(2000). 植物生理生化实验原理和技术. 北京: 高等教育出版社, 164~169
- 刘夫国, 牛丽影, 李大婧, 金邦荃, 刘春泉(2012). 鲜食玉米加工利用研究进展. 食品科学, 33 (23): 375~379
- 王洪刚, 李丹, 李杨(2008). 温度对玉米种子发芽及苗期生长的影响. 黑龙江农业科学, (1): 37~39
- 谢皓(1998). 玉米种子发芽与温度相关性的研究. 种子, (2): 14~16
- 张泽全, 舒长生, 董雪芳, 赖运平, 李俊, 魏会廷, 彭正松, 杨武云(2010). 低温对小麦种子萌发和幼苗生长的影响. 西南农业学报, 23 (1): 22~25
- Hu J, Zhu ZY, Song WJ, Wang JC, Hu WM (2005). Effects of sand priming on germination and field performance in direct-sown rice (*Oryza sativa* L.). Seed Sci Technol, 33 (1): 243~248
- Timson J (1965). New method of recording germination data. Nature, 207: 216~217