



马雪娜,于滔,张建国,等.不同低温耐性玉米自交系苗期对低温胁迫的生理响应[J].黑龙江农业科学,2025(5):17-22.

不同低温耐性玉米自交系苗期 对低温胁迫的生理响应

马雪娜,于滔,张建国,曹士亮,杨耿斌,李文跃

(黑龙江省农业科学院 玉米研究所/农业农村部东北北部玉米生物学与遗传育种重点实验室/
黑龙江省玉米种质资源创制与利用重点实验室,黑龙江 哈尔滨 150086)

摘要:为探究玉米耐低温的生理机制,挑选了耐低温的玉米自交系 B144 和低温敏感的玉米自交系 Q319 作为试验材料,对其进行 5℃ 的低温胁迫处理,通过比较玉米幼苗株高、生物量、SOD、POD、丙二醛含量、可溶性糖含量、根系活力以及叶绿素含量的变化,研究低温对不同基因型玉米幼苗形态的影响及其生理响应机制。结果表明,低温胁迫抑制了幼苗生长和生物量的积累,B144 和 Q319 的平均株高分别下降了 31.33% 和 34.42%。在低温胁迫条件下,与耐低温玉米自交系 B144 相比,低温敏感玉米自交系 Q319 的 SOD 活性、POD 活性、可溶性糖含量、根系活力和叶绿素含量显著降低,但丙二醛含量在不同基因型玉米幼苗间呈增长趋势。表明,B144 表现出较强的耐冷性,可溶性糖含量和多种抗氧化酶的共同参与是玉米幼苗耐冷性形成的响应机制。

关键词:玉米;低温胁迫;苗期;生理响应

玉米(*Zea mays* L.)作为全球范围内关键的粮食作物之一,于我国农业生产领域有着极为重要的意义。玉米是典型的喜温作物,在 25~32℃ 区间,其生长态势最为良好。相较于其他作物而言,玉米对低温非常敏感,当温度低于 10℃ 时会表现出冷害症状^[1],玉米种子停止萌发,种子萌发时间随低温胁迫程度增强而延长,影响玉米种子的发芽率、发芽势以及幼苗生长^[2]。特别是高纬度地区玉米经常在早期阶段遭遇低温冷害,近几年,中国北方春玉米区春季低温冷害频发,对玉米种子萌发及幼苗生长造成了严重影响,导致产量损失 20%~30%^[3]。因此,深入开展玉米耐低温特性的研究工作,通过科学的方法筛选、培育耐冷性能优异的玉米品种,成为抵御低温冷害、保障玉米产量与质量的有效手段。降低低温对玉米生产造成的损失,助力玉米稳产是高纬度区域对玉米育种的重要需求。

低温胁迫能够引起玉米体内一系列的生理生化反应。研究表明,低温会导致植物体内产生大量的活性氧积累,造成蛋白质降解、膜损伤和酶失活等^[4],而抗氧化酶系统(过氧化物酶 POD、超氧化物歧化酶 SOD、过氧化氢酶 CAT)在低温胁迫

下发挥重要作用,抗氧化酶能够清除植物体内大量的 ROS,保障生理代谢正常进行^[5]。低温胁迫导致植物细胞膜的流动性显著下降,严重时会造成细胞失水甚至死亡,植物可调控细胞内可溶性糖含量来增强植株的耐冷性,降低细胞渗透压,同时能够对质膜上的 ATP 酶起到冷冻保护剂的作用从而抵抗低温造成的伤害^[6]。低温胁迫下玉米叶片中的叶绿素含量显著下降,导致玉米光合作用降低,影响植物的光合作用系统,当环境温度不断降低,且这种低温状态持续的时长越久,那么它对植物所造成的损害也就愈发严重^[7]。遗传研究表明,玉米耐冷性是受多基因控制的数量性状,不同种质对低温胁迫的反应存在显著差异^[8]。杨浩等^[9]研究发现,玉米品种吉单 89 的耐低温性显著高于玉米品种吉单 50,耐低温玉米品种可以通过内源激素调节和淀粉分解代谢来提高耐低温能力。吴振兴等^[10]研究发现,在低温胁迫下,浙甜 3264 的 SOD 和 POD 活性均高于浙甜 161 和超甜 4 号,表现出较强的耐低温萌发能力。实验室前期通过耐冷性鉴定筛选出两个耐低温性差异显著的抗低温玉米自交系 B144 和低温敏感玉米自交系 Q319 为试验材料,并针对这两份材料开展了大

收稿日期:2025-02-14

基金项目:黑龙江省科研业务费项目(CZKYF2025-1-B002);黑龙江省农业科学院创新工程资助项目(CX23ZD05,CX23JQ04);黑龙江省种业创新发展项目(2024HZYCXNK07)。

第一作者:马雪娜(1992—),女,硕士,研究实习员,从事玉米抗逆分子育种研究。E-mail:xuena19920207@163.com。

通信作者:于滔(1982—),女,博士,副研究员,从事玉米抗逆分子育种研究。E-mail:yutaoweimei@163.com。

量耐冷性相关研究^[11-12]。本研究在低温胁迫条件下,通过测定不同低温耐性玉米自交系形态指标及一系列生理生化指标,研究比较两个自交系之间的耐低温性差异,揭示不同玉米自交系苗期对低温胁迫的生理响应机制,为培育和筛选玉米耐低温品种提供理论基础和参考。

1 材料与方法

1.1 材料

耐低温型玉米自交系 B144 和低温敏感型玉米自交系 Q319,均由黑龙江省农业科学院玉米研究所提供。

1.2 方法

1.2.1 试验设计 试验于 2024 年 5 月—10 月在农业农村部东北北部玉米生物学与遗传育种重点实验室进行。挑选完整饱满的不同自交系玉米种子点播在装有蛭石的 24 孔塑料发芽钵中(长×宽×高:37 cm×24 cm×8 cm),于人工气候培养箱中培养发苗,培养箱昼夜温度控制在 25 ℃,光周期为 16 h/8 h(白天/黑夜),将相对湿度稳定维持在 70%左右。待玉米幼苗生长到三叶一心期时,设置 5 ℃低温胁迫处理,和 25 ℃未胁迫对照处理,各处理 3 次重复^[13-14]。种子萌发过程中,保持培养箱温度恒定,每日观察玉米幼苗生长状态并根据实际情况及时补水控水。

1.2.2 测定项目及方法 于处理 7 d 后选取 5 株长势一致的植株,测定株高、根长、鲜重和干重,3 次重复。

株高测定:将主茎基部到顶部完全展开,采用规格为 30 cm 透明直尺测量株高,取平均值。

苗鲜重和根鲜重测定:用蒸馏水多次冲洗直至样品表面无灰尘和蛭石残留,用滤纸将多余的水分吸干,用天平称重并记录。

苗干重和根干重测定:将幼苗和根分别于烘箱 105 ℃杀青 30 min,80 ℃持续烘干至恒重,用天平称量干重并记录。

生理生化指标测定:在低温处理 0,1,3,5 和 7 d,参照王学奎^[15]的方法进行测定,采用氮蓝四唑还原法测定超氧化物歧化酶(SOD)活性;采用愈创木酚法测定过氧化酶(POD)活性;采用硫代巴比妥酸法检测丙二醛(MDA)含量;通过 TTC 还原法测定根系活力;以蒽酮硫酸法^[16]测定可溶性糖含量;使用便携式手持叶绿素仪(TYS-B)测定叶绿素含量。

1.2.3 数据分析 使用 Excel 2016 进行相关数据的整理、分析和绘图,利用 SPSS 23.0 进行数据的差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 低温胁迫对玉米自交系幼苗表型的影响

三叶一心期是玉米苗期生长发育的关键时期,与正常生长条件下(25 ℃)生长的植株相比,自交系 B144 和 Q319 在低温胁迫(5 ℃)后,植株均受到不同程度的损伤和抑制,表现为植株变矮,叶片发黄萎蔫,新叶展出速度缓慢,根长变短等症状,相比自交系 B144,自交系 Q319 受到的影响更为显著,株高和根长受抑制程度更高,叶片发黄萎蔫程度更明显,新叶发育更加缓慢。

2.2 低温胁迫对玉米自交系株高和生物量的影响

由表 1 可知,低温处理 7 d 后,自交系 B144 和自交系 Q319 的株高均受到抑制,B144 和 Q319 的平均株高分别较常温处理显著下降 31.33%和 34.42%;同时,两份材料的苗鲜重、苗干重、根鲜重和根干重均较常温处理显著下降,低温胁迫处理前后,B144 的株高及生物量均大于 Q319。

表 1 低温胁迫对玉米自交系株高和生物量的影响

自交系	株高/cm		鲜重/g				干重/g			
			苗		根		苗		根	
	25 ℃	5 ℃	25 ℃	5 ℃	25 ℃	5 ℃	25 ℃	5 ℃	25 ℃	5 ℃
B144	46.41 a	31.87 b	2.04 a	0.97 b	0.60 a	0.24 b	0.31 a	0.14 b	0.08 a	0.04 b
Q319	32.68 a	21.43 b	0.95 a	0.45 b	0.35 a	0.19 b	0.14 a	0.11 b	0.04 a	0.02 b

注:不同字母表示同一品种不同温度处理间在 $P<0.05$ 水平上差异显著。

2.3 低温胁迫对玉米幼苗 SOD 活性的影响

由图 1 可知,随着低温胁迫时长的增加,两个玉米自交系的 SOD 活性都表现出先升高后下降的态势,最高值均出现在处理 5 d,B144 和 Q319 的

SOD 活性分别为 1 743.14 和 1 186.01 $\text{U}\cdot\text{g}^{-1}$ 。在整个低温处理过程中,SOD 活性均表现为 $\text{B144}>\text{Q319}$ 。低温处理 7 d,B144 和 Q319 的 SOD 活性分别为 1 554.21 和 1 000.00 $\text{U}\cdot\text{g}^{-1}$,

与胁迫 5 d 相比较,两种材料均呈现了下降趋势,B144 和 Q319 的 SOD 活性分别降低了 10.84% 和 15.68%,分析可能是玉米植株应对低温胁迫损伤的能力达到了极限值,细胞遭受冻害开始受损,不足以生成足够的 SOD,同时细胞内酶类出现一定程度的降解所导致的。

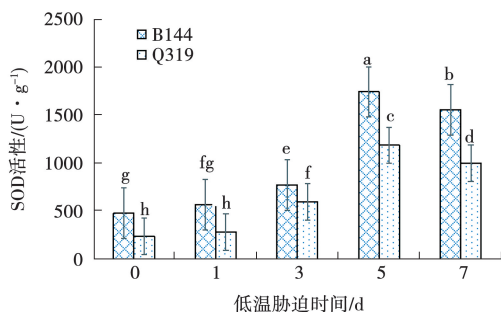


图 1 低温胁迫对玉米叶片 SOD 活性的影响

注:不同小写字母表示处理间在 $P < 0.05$ 水平差异显著。

2.4 低温胁迫对玉米幼苗 POD 活性的影响

由图 2 可知,随着低温胁迫时间的延长,Q319 和 B144 的 POD 活性均呈现先上升后下降的趋势,最高值均出现在处理 5 d,分别为 193.77 和 88.97 $\text{U} \cdot \text{mg}^{-1}$ 。整个低温处理过程中,POD 活性均表现为 $\text{B144} > \text{Q319}$ 。在低温胁迫处理 5 d 时,Q319 的 POD 活性急剧增加,增长速率为 43.69%,而 B144 的 POD 活性低温胁迫处理 3 d 后急剧增加,最大增长速率为 77.35%。在低温处理 7 d 时,B144 和 Q319 的 POD 活性分别为 56.21 和 18.23 $\text{U} \cdot \text{mg}^{-1}$,与低温胁迫处理 5 d 的 POD 活性相比,B144 和 Q319 分别降低了 70.99% 和 79.51%。

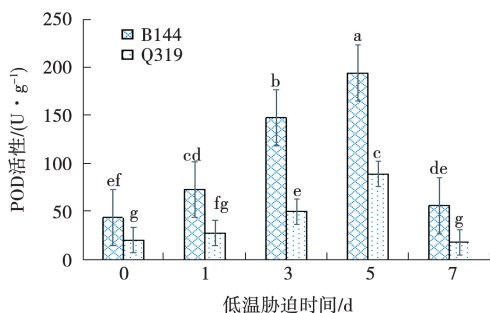


图 2 低温胁迫对玉米叶片 POD 活性的影响

注:不同小写字母表示处理间在 $P < 0.05$ 水平差异显著。

2.5 低温胁迫对玉米幼苗可溶性糖含量的影响

由图 3 可知,随着低温胁迫时间的延长,两种玉米自交系中的可溶性糖含量均呈先上升后下降

的趋势,最高值均出现在低温处理 5 d 时,可溶性糖含量均表现为 $\text{B144} > \text{Q319}$,分别为 0.29% 和 0.24%。两种玉米材料叶片中可溶性糖含量胁迫 5 d 时急剧上升,B144 和 Q319 的最大增长速率分别为 76.09% 和 71.33%,而胁迫 7 d 时均呈现下降趋势。玉米幼苗在遭受低温胁迫的初始阶段,体内可溶性糖含量会出现上升趋势,这使得其渗透调节能力得以提升,从而有效抵御低温环境带来的损害。但是,随着低温持续作用,玉米幼苗的呼吸作用会不断消耗可溶性糖,且补充速度难以匹配消耗速度,最终导致可溶性糖含量逐渐降低。

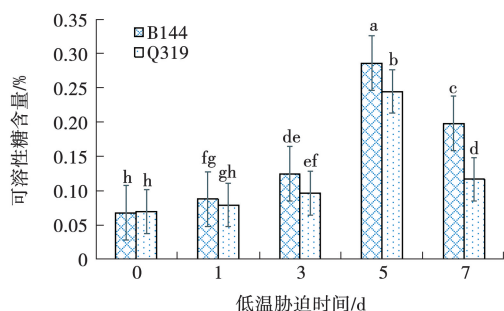


图 3 低温胁迫对玉米叶片可溶性糖含量的影响

注:不同小写字母表示处理间在 $P < 0.05$ 水平差异显著。

2.6 低温胁迫对玉米幼苗丙二醛含量的影响

由图 4 可知,在低温胁迫下,随着处理时间的延长,两种玉米材料叶片中丙二醛含量均呈上升趋势,在整个低温处理过程中,叶片中丙二醛含量均表现为 $\text{Q319} > \text{B144}$,二者在低温胁迫 7 d 的丙二醛含量分别为 0.008 6 和 0.027 0 $\text{nmol} \cdot \text{g}^{-1}$,低温敏感型品种 Q319 中的丙二醛含量急剧增加,增加速率为 138.84%,且此时两种材料间丙二醛含量差异显著。由此可初步推断出玉米叶片中丙二醛含量与耐低温能力呈反比。

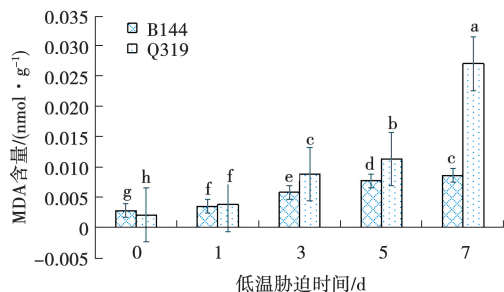


图 4 低温胁迫对玉米叶片丙二醛含量的影响

注:不同小写字母表示处理间在 $P < 0.05$ 水平差异显著。

2.7 低温胁迫对玉米幼苗根系活力的影响

由图 5 可知,随着低温胁迫时间的延长,B144 和 Q319 在低温胁迫 1 d 时,根系活力呈现增加趋势,随后两种玉米材料的根系活力均呈下降态势,二者差异显著。在整个低温处理过程中,根系活力大小均表现为 $B144 > Q319$ 。Q319 在低温胁迫处理 3 d 时降幅较大,根系活力降低了 45.25%;B144 在低温胁迫处理 5 d 时降幅较大,根系活力降低了 29.94%。结果表明根系活力值较大的玉米材料,对低温的适应能力更强。

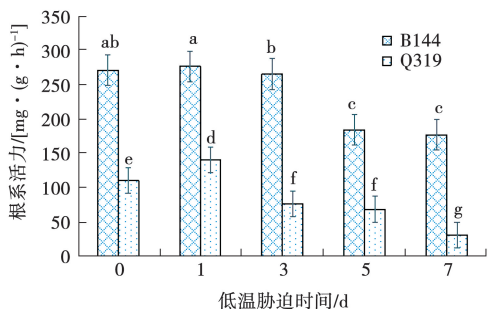


图 5 低温胁迫对玉米叶片根系活力的影响

注:不同小写字母表示处理间在 $P < 0.05$ 水平差异显著。

2.8 低温胁迫对玉米幼苗叶绿素含量的影响

由图 6 可知,随着低温胁迫时间的延长,两种玉米材料的叶绿素含量均呈现出减少趋势。Q319 在低温胁迫处理 5 d 时降幅较大,叶绿素含量降低了 21.82%;B144 在低温胁迫处理 3 d 时降幅较大,叶绿素含量降低了 16.13%。

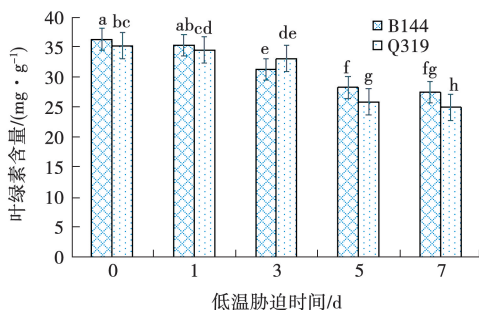


图 6 低温胁迫对玉米叶片叶绿素含量的影响

注:不同小写字母表示处理间在 $P < 0.05$ 水平差异显著。

3 讨论

本研究采用与玉米的耐冷性能力显著相关的 SOD 活性、POD 活性、可溶性糖、MDA、根系活力和叶绿素含量来探讨低温对两种不同基因型玉米材料的影响^[17-18]。

在遭受低温胁迫后,植株体内的活性氧会大

量积累,植物为维持自身正常的生命活动,其体内的抗氧化系统如 SOD 和 POD 会协同有效清除活性氧,从而减轻氧化胁迫伤害^[19]。本研究表明,耐低温自交系 B144 和低温敏感自交系 Q319 的 SOD 和 POD 活性均呈现先上升后下降的趋势,说明低温胁迫能够诱导抗氧化酶的产生,SOD 和 POD 活性增强对耐低温玉米自交系 B144 提高低温耐性起着至关重要的作用。但是随着低温时间的延长,细胞遭受氧化损伤的程度加深,植物体内产生的抗氧化酶活性也随之变弱,这一研究结果与刘璇等^[20]的研究结论一致。

低温冷害会使植物体内膜脂过氧化,而丙二醛(MDA)是膜脂氧化的最终产物,因此其含量可以作为评价膜系统受到伤害程度的重要指标^[21]。有研究表明丙二醛(MDA)含量与玉米耐低温性呈相反趋势,刘瑞等^[22]研究结果表明在低温胁迫下玉米叶片中的丙二醛含量会随着低温胁迫时间的延长而呈现上升趋势,曾岚等^[23]和杨小雯等^[24]研究结果也揭示了这一现象。本研究发现 B144 和 Q319 叶片中丙二醛含量在低温胁迫下均呈上升趋势,其中,相较于 B144,Q319 中的丙二醛含量增长幅度较大,增加速率为 138.84%,B144 为耐低温性强的材料,而 Q319 为低温敏感材料,进一步证明了 MDA 含量确实与耐冷性呈反比。

有研究发现可溶性糖作为一种渗透调节物质能够稳定植物渗透压,防止原生质过度失水,提高植物的逆境调节能力。本研究中,低温胁迫下 B144 和 Q319 中的可溶性糖含量均呈先上升后下降的趋势,其总体含量均高于低温初期且 B144 的增幅更大。说明可溶性糖的含量与玉米耐冷性呈正比,这与前人研究结果一致^[25-26]。

植物苗期根系对低温的反应比叶片要敏感^[27],根系活力大小反映根系对水分和养分的吸收能力,进而对地上部的生长状况有直接影响^[28]。相关研究表明低温逆境降低植物根系活力,从而影响根系的生长^[29-32]。本研究中,随着低温处理时间的延长,B144 和 Q319 的根系活力均呈下降趋势,Q319 的根系活力降低 45.25%,而 B144 的根系活力降低了 29.94%。说明 Q319 的根系活力下降幅度比 B144 大,进一步表明根系活力值较大的玉米材料对低温的适应能力更强。

研究报道低温胁迫加剧了叶绿素的降解,使植物光合系统受到抑制^[33]。本研究发现受到低

温胁迫后,B144 和 Q319 中的叶绿素含量均呈现下降趋势,这与人研究结果一致^[33-35]。

玉米应对低温胁迫是一个复杂的过程,涉及多种因素共同调控。不同基因型玉米品种对低温胁迫的耐受性也存在较大差异,本研究采用两个耐冷性不同的玉米自交系研究了苗期低温胁迫下形态和生理生化指标的变化,为筛选和培育耐低温玉米品种提供了重要的生理评价依据。为了深入探究玉米抵御低温胁迫的响应机制,研究还要从生理生化水平向分子水平转变,下一步可结合分子生物学手段,挖掘耐冷性关键基因,推动分子标记辅助育种与常规育种的整合,为高纬度地区玉米稳产高产提供技术支撑。

4 结论

本研究通过比较耐低温型玉米自交系 B144 与低温敏感型自交系 Q319 在苗期低温胁迫下的生理生化响应,揭示了不同基因型玉米对低温胁迫的适应机制。结果表明,B144 在低温胁迫下表现出更强的耐冷性,其株高、生物量、抗氧化酶(SOD 和 POD)活性、可溶性糖含量及根系活力均显著高于 Q319,而丙二醛(MDA)积累和叶绿素降低幅度低于 Q319。B144 通过增强抗氧化系统活性、提高渗透调节物质含量及维持较高的根系活力,有效缓解了低温引起的膜脂过氧化和光合系统损伤,从而减轻低温胁迫的负面影响。相比之下,Q319 因抗氧化能力较弱、渗透调节物质增幅有限及根系活力下降显著,对低温胁迫更为敏感。

参考文献:

[1] 扈光辉,张志武,杨德光. 玉米耐低温冷害研究进展[J]. 中国农学通报,2014,30(33):1-7.

[2] 雷蕾,周熙荣,王伟荣,等. 种子耐低温萌发生理特性及分子机制研究进展[J]. 植物生理学报,2024,60(4):617-634.

[3] 王丽,路运才. 玉米抗低温灾害调控技术研究进展[J]. 农学报,2021,11(5):1-4.

[4] BITTNER A, GRIEBEL T, van BUER J, et al. Determining the ROS and the antioxidant status of leaves during cold acclimation[J]. *Methods in Molecular Biology*, 2020, 2156: 241-254.

[5] 吴宇欣,蔡昌杨,唐诗蓓,等. 植物响应低温的生长发育及分子机制研究进展[J]. 江苏农业科学,2023,51(19):1-9.

[6] 顾银河,赵文青,史代伟,等. 玉米抗寒性及其在低温条件下优化糖分能力的相关性研究[J]. 中国农业科学,2024,57(19):3770-3783.

[7] SONG Y, FENG L, ALYAFEI M A M, et al. Function of chloroplasts in plant stress responses[J]. *International*

Journal of Molecular Sciences, 2021, 22(24): 13464.

[8] 于滔. 玉米耐冷的生理与遗传机制研究进展[J]. 黑龙江农业科学,2016(6):152-154,157.

[9] 杨浩,曹庆军,杨粉团,等. 低温胁迫下不同类型玉米品种萌发的生理响应[J]. 玉米科学,2023,31(3):74-82.

[10] 吴振兴,陈宝剑,王婷甄,等. 低温胁迫对不同甜玉米品种萌发和生理特性的影响[J]. 种子科技,2024,42(8):20-22,38.

[11] YU T, ZHANG J G, CAO J S, et al. Metabolic insight into cold stress response in two contrasting maize lines[J]. *Life*, 2022, 12(2): 282.

[12] YU T, ZHANG J G, CAO J S, et al. Hub gene mining and co-expression network construction of low-temperature response in maize of seedling by WGCNA[J]. *Genes*, 2023, 14(8): 1598.

[13] 于滔,张建国,曹靖生,等. 萌发期和苗期糯玉米对低温胁迫的生理响应[J]. 干旱区资源与环境,2023,37(6):201-208.

[14] 于滔,张建国,曹靖生,等. 110 份玉米新材料萌发期耐低温性鉴定与评价[J]. 作物杂志,2024(5):18-28.

[15] 王学奎. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 2 版. 北京:高等教育出版社,2006.

[16] 牛文娟,肖卫华,刘贤,等. 秸秆可溶性糖测定时样品前处理条件的优化[J]. 中国农业大学学报,2012,17(5):99-104.

[17] 邹金鹏. 玉米苗期响应低温胁迫的蛋白组学研究及抗冷蛋白挖掘[D]. 哈尔滨:东北农业大学,2021.

[18] 姚庆,王杰花,西尔娜依·阿不都拉,等. 低温胁迫下不同藜麦品种苗期的生理响应[J]. 新疆农业科学,2024,61(7):1597-1604.

[19] 张海娇,邹原东,李志强,等. 低温胁迫对不同基因型玉米幼苗的影响[J]. 安徽农业科学,2021,49(20):48-50,127.

[20] 刘旋,田礼欣,佟昊阳,等. 低温胁迫下玉米幼苗根系受外源海藻糖调控的生理表现[J]. 生态学杂志,2018,37(8):2354-2361.

[21] 吕天放,徐田军,刘月娥,等. 低温胁迫对不同基因型玉米种子萌发特性的影响[J]. 玉米科学,2018,26(6):45-49.

[22] 刘瑞,周贵兰,洪越,等. 低温对小麦种子萌发不同阶段生理特性的影响[J]. 北京农学院学报,2024,39(3):32-38.

[23] 曾岚岚,张钟心,李学松,等. 3 个品种油茶对低温的生理响应[J]. 信阳师范学院学报(自然科学版),2024,37(4):428-432.

[24] 杨小雯,庄泽龙,周玉梅,等. 低温胁迫下不同外源激素对玉米发芽及幼苗生理特性的影响[J]. 甘肃农业大学学报,2024,59(3):117-128.

[25] 项洪涛,李琬,何宁,等. 苗期低温胁迫下烯效唑对红小豆根系抗寒生理及产量的影响[J]. 草业学报,2019,28(7):92-102.

[26] 周娟娟,魏巍,桑旦,等. 藏北高寒区越冬期间野生早熟禾根系生理特征及抗寒性比较[J]. 草业科学,2019,36(8):2008-2016.

[27] 张烁,李向东,靳海洋,等. 低温胁迫及灌水对不同抗低温小麦品种根系生长和活性的影响[J]. 麦类作物学报,2024,44(10):1315-1323.

[28] 王捧娜,代雯慈,刘琴,等. 植物根系应答低温逆境机理及

- 防控措施研究进展[J]. 江汉大学学报(自然科学版), 2024,52(5):88-96.
- [29] 胡涛. 低温对水稻根系生理特性及其基因表达的影响[D]. 沈阳:沈阳农业大学, 2019.
- [30] 黄伟祥,代雯慈,陈甜甜,等. 喷施 KH_2PO_4 提高倒春寒胁迫小麦功能叶片和根系的生理活性[J]. 植物营养与肥料学报, 2024,30(6):1222-1233.
- [31] 梁琼月,潘明君,尹永强,等. 外源 ABA 对低温胁迫下烤烟幼苗生理指标的影响[J]. 东北农业科学, 2023,48(5): 51-55.
- [32] SOUALIOU S, DUAN F Y, LI X, et al. Crop production under cold stress: an understanding of plant responses, acclimation processes, and management strategies [J]. Plant Physiology and Biochemistry, 2022, 190: 47-61.
- [33] 刘叶琼,汤伟华,冯英娜,等. 不同温度处理对嫁接西瓜幼苗生长和生理特性的影响[J]. 安徽农业科学, 2023,51(21):53-56.
- [34] 许耀照,王小明,许倩,等. 自然低温条件下白菜型冬油菜叶绿素荧光特性分析[J]. 河西学院学报, 2024,40(5): 47-54.
- [35] 高翔非. 低温胁迫对玉米幼苗抗冷性的影响[J]. 种子科技, 2024,42(19):31-33,43.

Physiological Response of Different Low Temperature Tolerant Maize Inbred Lines to Low Temperature Stress During Seedling Stage

MA Xuena, YU Tao, ZHANG Jianguo, CAO Shiliang, YANG Gengbin, LI Wenye

(Maize Research Institute, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences / Key Laboratory of Biology and Genetics Improvement of Maize in Northern Northeast Region, Ministry of Agriculture and Rural Affairs / Key Laboratory of Maize Germplasm Resources Creation and Utilization in Heilongjiang Province, Harbin 150086, China)

Abstract: In order to explore the physiological mechanism of low temperature tolerance in maize, the low-temperature-tolerant maize inbred line B144 and the low-temperature-sensitive maize inbred line Q319 were used as experimental materials, and treated in low-temperature stress at 5 °C. By comparing the changes in plant height, biomass, SOD, POD, MDA activities, soluble sugar content, root vigour and chlorophyll content of maize during seedling stage were studied under low temperature (5 °C), the effect of low temperatures on maize seedlings of different genotypes were studied. The results showed that, low temperature could significantly inhibit seedling growth and biomass accumulation, the average plant heights of B144 and Q319 decreased by 31.33% and 34.42% respectively. SOD activity, POD activity, soluble sugar content, root vigour and chlorophyll content of cold sensitive inbred lines Q319 decreased significantly compared to the tolerant maize inbred lines B144 under low-temperature stress conditions. However, malondialdehyde content showed an increasing trend among the seedlings of maize with different genotypes. The study showed that B144 exhibited strong cold tolerance, the accumulation of soluble sugar content and a variety of antioxidant enzymes jointly involved as the response mechanism of the formation of chilling resistance of maize seedlings.

Keywords: maize; low temperature stress; seedling stage; physiological response

著作权使用声明

本刊已许可中国知网、维普网、万方数据、博看网、长江文库、超星、龙源期刊网、中邮阅读网、新华网学术中国、中国农业期刊集成服务平台、中国农业期刊网、农业工程与装备科技期刊集群、钛学术等知识服务平台以数字化方式复制、汇编、发行、信息网络传播本刊全文。本刊支付的稿酬已包含著作权使用费,所有署名作者向本刊提交文章发表之行为视为同意上述声明。

黑龙江农业科学编辑部