

王智煜,李迎迎,胡雅倩,等. 四分体期低温胁迫对2个小麦品种幼穗结实率及生理特性的影响[J]. 江苏农业科学,2019,47(10):114-116.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.10.024

四分体期低温胁迫对2个小麦品种幼穗结实率及生理特性的影响

王智煜,李迎迎,胡雅倩,张自阳,朱启迪,刘明久

(河南科技学院,河南新乡 453003)

摘要:为明确四分体期低温胁迫对小麦结实率和生理特性的影响,以百农矮抗58和郑麦366的幼穗为材料,利用人工气候箱模拟0℃低温胁迫处理,研究低温胁迫下百农矮抗58和郑麦366的结实性、可溶性糖含量、可溶性蛋白质含量、超氧化物歧化酶(SOD)活性、过氧化物酶(POD)活性、过氧化氢酶(CAT)活性等生理指标的变化。结果表明,与对照相比,低温胁迫下,百农矮抗58结实率下降7.9%;郑麦366结实率显著下降,比对照下降91.2%。百农矮抗58的可溶性蛋白质含量显著增加,郑麦366可溶性蛋白含量与对照相比几乎没有变化;低温胁迫处理下,百农矮抗58、郑麦366可溶性糖含量与对照相比均有所增加,但没有达到显著水平;百农矮抗58幼穗中SOD、CAT、POD活性与对照相比均呈现显著增加;郑麦366幼穗中SOD、CAT活性显著增加,但POD活性显著下降;四分体时期百农矮抗58抗春季低温胁迫能力要显著高于郑麦366;低温胁迫下,百农矮抗58积累了较高的可溶性蛋白质抵御低温胁迫的伤害,同时具有较强的抗氧化酶活性来抵御活性氧代谢带来的损伤,这可能是百农矮抗58具有耐春季低温胁迫的原因。

关键词:小麦;四分体期;幼穗;低温胁迫;结实率;生理特性;小麦春季耐寒性鉴定

中图分类号: S435.111.3⁺13;S512.101 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2019)10-0114-03

小麦春季冻害一直是我国黄淮冬麦区和长江中下游冬麦区小麦生产的主要气象灾害之一^[1-2]。春季低温指春季气温回升后,温度又突然降低,此时完成春化阶段的小麦生长开始加快,对低温的抵御能力较弱,完全失去抵御0℃低温的能力,造成小麦植株外部形态及内部结构损伤或者死亡,从而影响小麦产量构成因素,降低产量。严重的春季低温冻害可以导致单位穗数、穗粒数明显下降,减产10%~40%,甚至造成绝收,使小麦生产遭受巨大损失^[3-6]。黄淮冬麦区春季常有极端低温出现,据统计2002—2017年间,我国冬麦区出现了8次不同程度的低温冻害现象^[7-9],严重影响我国小麦生产的稳产性、丰产性,威胁着我国的粮食安全、稳定。小麦的耐寒机制是一个复杂的生理过程,以往研究春季低温对小麦的影响大都侧重于一个生长发育时期,但不同品种的抗逆机制不尽相同^[10-13]。低温胁迫对小麦品种叶片生理生化的影响研究较多,对低温胁迫下幼穗研究较少,对低温胁迫下幼穗抗倒春寒机制研究更少。因此,本研究以低温敏感和不敏感2个小麦品种为试验材料,采用盆栽与人工模拟低温胁迫处理的方法,研究小麦四分体期春季低温胁迫下小麦幼穗的结实特性与生理指标变化,为揭示小麦春季抗倒春寒的生理生化

机制以及小麦春季耐寒性鉴定提供理论参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料为百农矮抗58、郑麦366,由河南科技学院小麦中心提供。

1.2 方法

试验于2016—2017年在河南省新乡市河南科技学院试验田进行。材料的种植采用盆栽法,盆栽土取大田耕层0~25 cm深处土壤,土壤平均碱解氮含量为62.1 mg/kg,速效磷含量为11.1 mg/kg,速效钾含量为130.5 mg/kg,有机质含量为1.15 g/kg。盆直径22 cm,高25 cm,每盆装土8 kg,盆底部钻3个小孔,保证盆内土壤与大田土壤的温度一致,水分和空气流通。将盆埋入大田后,盆内土壤与盆外大田齐平。土壤用水浇透沉实后于2016年10月10日播种,3叶期定苗,每盆留苗8株。2个品种分别设对照和处理2组,每组6桶。同时,另外播种5盆用于取样镜检跟踪幼穗发育进程,幼穗发育进程观察按照崔金梅等的方法^[14]进行。拔节期结合浇水每盆施尿素10 g。

1.2.1 低温处理 根据百农矮抗58、郑麦366幼穗发育进程,待小麦生长发育至四分体期后,分别将5盆材料从大田移入人工气候箱中(人工气候箱设置为白天:温度0℃,湿度70%,时间12 h,光照强度18 000 lx;夜晚:温度0℃,湿度75%,时间12 h,光照强度0 lx)处理3 d。以不处理的田间盆栽为对照。对照和处理取幼穗,样品在冰盒上分幼穗,将幼穗剪成0.5 cm长的小段,混匀,按0.5 g分装,置于-80℃冰箱内贮存备用,对各项指标进行测定。

1.2.2 生理指标测定方法 可溶性糖含量测定采用蒽酮比

收稿日期:2018-01-22

基金项目:河南省基础与前沿技术行动计划(编号:162300410142);

2017年地方高校国家级大学生创新创业训练计划(编号:201710467002);河南科技学院大学生创新创业训练项目(编号:2017CX002)。

作者简介:王智煜(1984—),女,河南新乡人,硕士研究生,主要从事小麦抗逆育种研究。E-mail:630513030@qq.com。

通信作者:刘明久,教授,主要从事小麦遗传育种研究。E-mail:mingjiuliu@126.com。

色法^[15],可溶性蛋白含量测定采用考马斯亮蓝 G-250 染色法^[16]利用愈创木酚法测定过氧化物酶(POD)活性^[17],氮蓝四唑(NBT)光化还原法测定超氧化物歧化酶(SOD)活性^[18],以抑制氮蓝四唑光氧化还原 50% 的酶量为 1 个活性单位(U),用 U/(mg·min)表示,丙二醛(MDA)含量测定采用硫代巴比妥酸显色法^[17]。

1.2.3 单株结实率测定 将处理后盆栽的小麦埋于田间自然生长至成熟调查结实率,每个处理调查 10 株,求平均结实率。

2 结果与分析

2.1 低温胁迫对 2 个小麦品种幼穗结实率的影响

由表 1 可知,与对照相比,低温胁迫下百农矮抗 58 结实率下降 7.9%,没有达到差异显著水平。郑麦 366 结实率显著下降,比对照下降 91.2%。表明低温胁迫显著影响了郑麦 366 的结实性。低温胁迫对百农矮抗 58 结实率影响较小。

表 1 四分体低温胁迫对不同小麦品种结实率的影响

处理	结实率(%)	
	百农矮抗 58	郑麦 366
对照	99.3a	97.8a
低温胁迫	91.5a	8.6b

注:同列数据后不同小写字母表示在 0.05 水平上差异显著。

2.2 四分体期低温胁迫对 2 个小麦品种幼穗可溶性蛋白质含量的影响

由图 1 可知,与对照相比,低温胁迫对 2 个小麦品种的可溶性蛋白质含量影响不同。低温胁迫下百农矮抗 58 的可溶性蛋白质含量显著增加。郑麦 366 可溶性蛋白质含量与对照相比几乎没有变化。

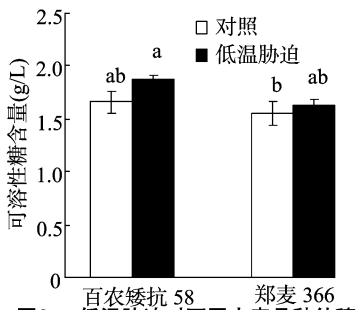


图 2 低温胁迫对不同小麦品种幼穗可溶性糖含量的影响

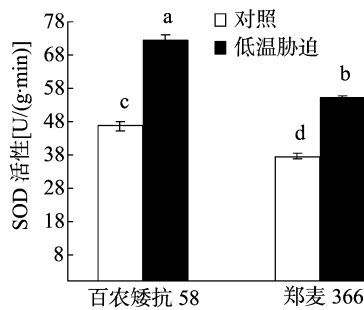


图 3 低温胁迫对不同小麦品种 SOD 活性的影响

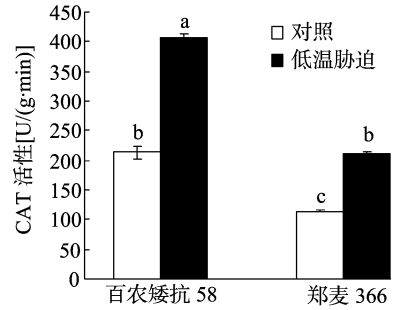


图 4 低温胁迫对不同小麦品种幼穗 CAT 活性的影响

2.6 低温胁迫对 2 个小麦品种幼穗 POD 活性的影响

由图 5 可知,低温胁迫下,2 个小麦品种的幼穗中 POD 活性与对照相比均发生显著变化。百农矮抗 58 低温胁迫下 POD 活性显著高于其对照。然而,低温胁迫处理下的郑麦 366 幼穗中 POD 活性显著低于对照。

3 结论与讨论

低温胁迫处理发育到四分体期的小麦品种中百农矮抗 58 结实率仅下降 7.9%,而郑麦 366 结实率显著下降,比对照下降了 91.2%。说明百农矮抗 58 在四分体期抗低温能力要好于郑麦 366。

春季低温逆境下,植物组织内部生理生化会发生变化。

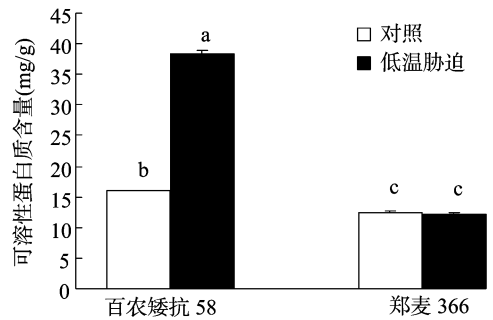


图 1 低温胁迫对不同小麦品种幼穗可溶性蛋白质含量的影响

2.3 四分体期低温胁迫对 2 个小麦品种幼穗可溶性糖含量的影响

由图 2 可知,低温胁迫处理下,百农矮抗 58、郑麦 366 可溶性糖含量与对照相比均有所增加,但均没有达到显著水平。

2.4 四分体期低温胁迫对 2 个小麦品种幼穗 SOD 活性的影响

由图 3 可以看出,低温胁迫下,2 个小麦品种幼穗中 SOD 活性均显著高于对照。低温处理下的百农矮抗 58 幼穗 SOD 活性最高,显著高于其他 3 个处理。SOD 活性大小顺序为百农矮抗 58 低温胁迫 > 郑麦 366 低温胁迫 > 百农矮抗 58 对照 > 郑麦 366 对照。

2.5 四分体期低温胁迫对 2 个小麦品种幼穗 CAT 活性的影响

由图 4 可知,四分体期低温处理 3 d 后,2 个小麦品种幼穗 CAT 活性与对照相比显著升高,其中百农矮抗 58 增加幅度最大,显著高于郑麦 366 低温胁迫处理下幼穗中的 CAT 活性。百农矮抗 58 对照下 CAT 活性与低温胁迫处理下郑麦 366CAT 活性差异不大。

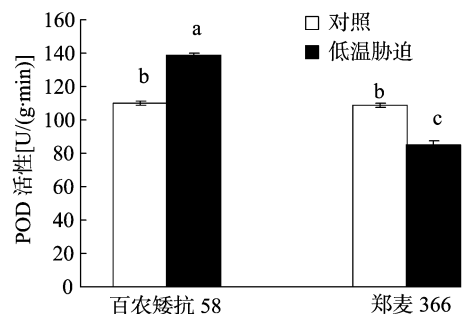


图 5 低温胁迫对不同小麦品种幼穗 POD 活性的影响

细胞内可溶性蛋白质具有很强的吸水性,它能降低细胞内束缚水的冰点,减少原生质内结冰而导致植物细胞被伤害的机

会^[19],低温胁迫改变了细胞磷脂双层膜的空间构象和物理状态。膜相的改变可显著抑制细胞膜正常功能的发挥,使蛋白质从膜上解离,并发生膜融合,从而造成细胞组织的破坏。植株在低温胁迫条件下常诱导产生较多的蛋白质,以提高细胞膜的完整性、稳定性来提高抗寒性^[20-22]。但是不同的小麦品种在抵御低温胁迫的过程中会产生不同含量的可溶性蛋白质从而表现出不同的抗寒能力。本研究表明,低温胁迫下百农矮抗58的可溶性蛋白质含量显著增加,而郑麦366可溶性蛋白质含量与对照相比几乎没有变化。说明低温胁迫下百农矮抗58能够产生较多的可溶性蛋白质来抵御低温胁迫的伤害,不耐低温的郑麦366由于产生可溶性蛋白质较少而容易受到伤害,从而造成结实率显著下降。

可溶性糖作为一种重要的渗透调节物质,其积累可以提高细胞液浓度,防止原生质过度脱水^[23],有助于增强小麦抗寒性^[24-25]。但是,本研究结果表明,低温胁迫处理下百农矮抗58、郑麦366可溶性糖含量与对照相比均有所增加,但没有达到显著水平。说明可溶性糖在抵御低温胁迫的过程中没有起到主要作用,这与钟秀丽等的研究结果^[26-27]一致。

植物抗寒性的不同与其细胞内具有不同水平的抗氧化酶活性和内源抗氧化剂含量相关,低温胁迫条件下小麦会出现活性氧代谢紊乱,过多的活性氧会对植株造成伤害^[28],低温胁迫下活性氧所引起的损伤是伤害产生的重要原因之一,抗寒能力强的植物比抗寒能力弱的植物具有更高水平的抗氧化能力。低温胁迫下百农矮抗58幼穗中SOD、CAT、POD活性与对照相比均呈现显著上升。说明百农矮抗58具有更强的抵御活性氧代谢带来的损伤。相比之下,低温胁迫下郑麦366幼穗中SOD、CAT活性虽然显著上升,但幼穗中POD活性出现显著下降。说明郑麦366的抗氧化酶系统不能及时清除幼穗内部具有危害的氧负离子和过氧化氢,使小麦幼穗组织细胞受到伤害。这也是低温胁迫后郑麦366结实率显著下降的原因之一。

综上所述可知,不同的小麦品种抗春季低温胁迫的能力不同,四分体时期百农矮抗58抗春季低温胁迫能力要高于郑麦366。低温胁迫下,百农矮抗58积累了较高的可溶性蛋白质抵御低温胁迫的伤害,同时具有较强的抗氧化酶活性来抵御活性氧代谢带来的损伤,这可能是百农矮抗58具有耐春季低温胁迫的原因。

参考文献:

- [1] 靖华,亢秀丽,马爱平,等. 晋南旱垣春季低温对不同播种期小麦冻害的影响[J]. 中国农学通报,2011,27(9):76-80.
- [2] Scheifinger H, Menzel A, Koch E, et al. Trends of springtime frost events and phenological dates in Central Europe[J]. Theoretical and Applied Climatology, 2003, 74(1/2):41-51.
- [3] 陈怀亮,邓伟,张雪芬,等. 河南小麦生产农业气象灾害风险分析及区划[J]. 自然灾害学报,2006,15(1):135-143.
- [4] 冯玉香,何维勋,孙忠富,等. 我国冬小麦霜冻害的气候分析[J]. 作物学报,1999,25(3):335-340.
- [5] 任德超,胡新,黄绍华,等. 晚霜冻害对不同类型小麦产量性状的影响[J]. 河南农业科学,2011,40(5):55-58.
- [6] 王梦雨,王文霞,赵小明,等. 壳寡糖对低温胁迫下小麦幼苗的保护作用及相关代谢产物的影响[J]. 麦类作物学报,2016,36(5):

- 653-65.
- [7] 吴青霞,杨林,邵慧,等. 药隔期低温胁迫对小麦生理及产量的影响[J]. 麦类作物学报,2013,33(4):752-757.
- [8] 吴青霞. 春季低温胁迫下小麦生理生化反应及抗寒基因的差异表达[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2013:1-2.
- [9] 赵虹,王西成,胡卫国,等. 黄淮南片麦区小麦倒春寒冻害成因及预防措施[J]. 河南农业科学,2014,43(8):34-38.
- [10] 姜丽娜,张黛静,宋飞,等. 不同品种小麦叶片对拔节期低温的生理响应及抗寒性评价[J]. 生态学报,2014,34(15):4251-4261.
- [11] 张志伟,王法宏,李升东,等. 不同类型小麦品种孕穗期低温生理反应及其抗寒性分析[J]. 麦类作物学报,2012,32(5):900-906.
- [12] 张自阳,冯素伟,姜小苓,等. 河南省主推小麦品种越冬期生理生化特性比较研究[J]. 河南科技学院学报,2012,40(4):1-6.
- [13] 张军,鲁敏,孙树贵,等. 拔节期低温胁迫对小麦生理生化特性和产量的影响[J]. 西北农业学报,2014,23(2):73-79.
- [14] 崔金梅,郭天财. 小麦的穗[M]. 北京:中国农业出版社,2007:18-54.
- [15] 王学奎. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京:高等教育出版社,2006:202-204.
- [16] 郝再彬,苍晶,徐仲. 植物生理实验[M]. 哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,2004:46-49.
- [17] 李合生. 植物生理生化实验原理和测定技术[M]. 北京:高等教育出版社,2003.
- [18] 高俊凤. 植物生理学实验指导[M]. 北京:高等教育出版社,2006.
- [19] Gao Y, Qi X H, Yang J H, et al. The response mechanism of cold stress in higher plants[J]. Northern Horticulture, 2007(10):58-61.
- [20] 赵军,赵玉田. 寒胁迫过程中冬小麦叶片组织可溶性蛋白质含量的变化和功能[J]. 中国农业科学,1994,27(2):57-61.
- [21] 康国章,岳彩凤,彭慧芳,等. 冻害胁迫对小麦叶片抗寒生理生化指标的影响[J]. 河南农业科学,2011,40(12):56-60.
- [22] Terzioglu S, Ekmekci Y. Variation of total soluble seminal root proteins of tetraploid wild and cultivated wheat induced at cold acclimation and freezing[J]. Acta Physiologiae Plantarum, 2004, 26(4):443-450.
- [23] Larsson S, Johansson L, Svenningsson M. Soluble sugars and membrane lipids in winter wheat (*Triticum aestivum* L.) during cold acclimation[J]. European Journal of Agronomy, 1992, 1(2):85-90.
- [24] Attila V, Ildiko K, Gabor G, et al. Frost hardiness depending on carbohydrate changes during cold acclimation in wheat[J]. Plant Science, 1999, 144(2):85-92.
- [25] 陈龙,吴诗光,李淑梅,等. 低温胁迫下冬小麦拔节期生化反应及抗性分析[J]. 华北农学报,2001,16(4):42-46.
- [26] 钟秀丽,王道龙,吉田久,等. 冬小麦品种抗霜冻能力的影响因素分析[J]. 作物学报,2007,33(11):1810-1814.
- [27] 卫秀英,欧行奇,李新华,等. 黄淮地区冬春季低温胁迫对小麦生理特性的影响[J]. 湖北农业科学,2009,48(1):48-50.
- [28] Kendall E J, Mckersie B D. Free radical and freezing injury to cell membranes of winter wheat[J]. Plant Physiology, 1989, 76(1):86-94.