

不同播期下小麦品种百农207越冬期生理生化特性

王玉玲¹, 李新华², 乔红², 欧行奇¹, 何鸿举³, 郭景丽^{1,4*}

(1. 河南科技学院 生命科技学院, 河南 新乡 453003;

2. 新乡市农乐种业有限公司, 河南 新乡 453003;

3. 河南科技学院 食品学院, 河南 新乡 453003;

4. 河南心连心化学工业集团股份有限公司, 河南 新乡 453003)

摘要:为了研究播期对小麦品种百农207越冬期生理生化特性的影响,以周麦18为对照,于2016—2017年10月08日、10月15日、10月22日、10月29日和11月05日在大田条件下进行不同播期试验,并测定小麦越冬期根系活力及叶片叶绿素、脯氨酸(Pro)、可溶性蛋白(Pr)、丙二醛(MDA)、超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化物酶(POD)等生理生化指标。结果表明,在大田自然低温条件下,随播期推迟,2个小麦品种越冬期各生理生化指标变化趋势不尽一致。与周麦18相比,5个播期中,百农207除11月05日播期的Pro含量显著降低($P < 0.05$)外,其他播期的根系活力、叶绿素含量、Pro含量、Pr含量、SOD活性和POD活性均有提高,MDA含量显著降低($P < 0.05$)。由此可见,百农207越冬期耐寒性强于周麦18,其中以10月08日至10月15日可作为百农207的适宜播期播种,周麦18应适当晚播。

关键词:百农207;越冬期自然低温胁迫;耐寒性;生理生化特性

中图分类号:S512.1

文献标志码:A

文章编号:1674-4942(2021)03-0308-07

Physiological and Biochemical Characteristics of New Wheat Cultivar Bainong 207 in the Overwintering Period Under Different Sowing Date

WANG Yuling¹, LI Xinhua², QIAO Hong², OU Xingqi¹, HE Hongju³, GUO Jingli^{1,4*}

(1. School of Life Science and Technology, Henan Institute of Science and Technology, Xinxian 453003, China;

2. Xinxian Nongle Seed Industry Co., Ltd, Xinxian 453003, China;

3. School of Food Science, Henan Institute of Science and Technology, Xinxian 453003, China;

4. Henan Xinlianxin Chemical Industry Group Co., Ltd, Xinxian 453003, China)

Abstract: The study aimed to discuss the effect of sowing date on physiological and biochemical characteristics of new wheat cultivar Bainong 207 in the overwintering period. The experiment was conducted on five sowing dates including October 1, October 8, October 15, October 22, October 29 and November 5, the interrelated physiological biochemical index in cold tolerance during overwintering period during 2016—2017 was determined, such as root activity, chlorophyll content,

收稿日期:2021-08-13

基金项目:河南省重大科技专项(191110110700);河南科技学院横向科研项目(2021410707000060);河南科技学院高层次人才科研启动项目(2015003);新乡市重大科技专项(ZD18007)

第一作者:王玉玲(1982—),河南沈丘人,讲师,研究方向为作物高产高效栽培及生理生化。E-mail:wangyuling634@163.com

*通信作者:郭景丽(1982—),河南开封人,副高级农艺师,研究方向为作物栽培及新型肥料配方的开发。E-mail:guojingli@hnslx.com.cn

proline(Pro) content, soluble protein(Pr) content, malondialdehyde(MDA) content, SOD activity and POD activity, taking Zhoumai 18 as the control variety. The results showed that, under the natural conditions in the field, the changing trends of the different physiological biochemical index on two wheat cultivars weren't consistent during the overwintering period. Compared with Zhoumai 18, except the Pro content in November 5 was significantly reduced ($P < 0.05$), root activity, chlorophyll content, Pro content, Pr content, SOD activity and POD activity on Bainong 207 were increased, and MDA content was reduced significantly ($P < 0.05$). Therefore, Bainong 207 was more tolerant to low temperature than Zhoumai 18 during overwintering period, the cold tolerance in October 8 and October 15 were better than other sowing date, which were the appropriate sowing date for new wheat variety Bainong 207, Zhoumai 18 should be sowed relatively later.

Keywords: Bainong207; natural low temperature stress in overwintering period; cold tolerance; physiological and biochemical characteristics

河南是我国小麦生产的第一大省,小麦种植面积占全国的1/4,对保障国家粮食安全具有举足轻重的地位。近年来,气候变暖,天气异常,暖冬、冬季低温、倒春寒和干热风等极端天气“频发、重发、叠发”,对实现小麦高产稳产提出严峻挑战,培育和推广抗逆稳产小麦品种已势在必行。2014年小麦新品种百农207通过国家审定,自2016年起,该品种已成为河南省及黄淮南片种植面积第一大高产品种^[1],产生了巨大的社会效益,对实现小麦高产稳产发挥了关键作用。在农业生产实践中,小麦越冬期抗寒性越差,遭受倒春寒的危害会越严重。2018年4月6日21:00至次日6:00,河南滑县等多地 $< 0^{\circ}\text{C}$ 气温持续约9 h,草面温度 -7.28°C ,小麦遭受倒春寒严重危害。经本课题组调查,百农207和西农511平均冻穗率仅4.8%和9.9%,其他6个品种平均冻穗率达16%以上,如丰德存5号和郑麦366平均冻穗率分别达77.0%和81.3%,可见百农207表现出了较好的耐倒春寒能力^[2]。小麦品种耐倒春寒能力除与其自身遗传特性有密切关系外,还与栽培条件、越冬期耐寒性有关^[3-5]。欧行奇和王玉玲认为越冬期抗寒性为春季抗寒性奠定了基础,越冬期抗寒性好,春季抗寒性不一定好,但越冬期抗寒性差,春季抗寒性必然降低^[3]。播期是重要的栽培措施,适期播种可以使小麦整个生育阶段处于较佳的温、光、水等条件下,有利于小麦壮苗、分蘖多、成大蘖,避开不良气候的影响,实现小麦高产稳产^[6-8]。关于百农207播期虽有报道,但还不能明确适宜播期^[9-11],如王玉玲等^[9]研究认为百农207在10月01日、10月08日和10月22日适宜播期下能够获得较高的产量,但没有确定10月15日是否为适宜播期;另外,对于不同播期下百农207越冬期耐寒性生理生化方面的评价还鲜有报道。鉴此,本试验以周麦18为对照,研究在不同播期下小麦品种百农207越冬期根系活力及叶片脯氨酸含量、叶绿素含量、可溶性蛋白含量、丙二醛含量、SOD活性和POD活性,以期评价百农207耐寒性及确定适宜黄淮南部麦区播种时期提供理论参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试小麦品种为百农207和周麦18,属半冬性,均由河南科技学院百农207小麦育种团队提供。

1.2 试验设计

试验于2016年10月至2017年6月,在河南省辉县市北云门镇河南科技学院小麦遗传改良研究中心育种基地进行。该基地地势平坦,土壤肥力中等,灌溉条件好。2016年8月中上旬前茬玉米掩青,播种前一次性基施N 20 kg/hm², P₂O₅ 16 kg/hm²和K₂O 12 kg/hm²,旋耕混匀。随机区组设计,3次重复,每小区行长8 m,6行,行距0.22 m。试验分为5个播期,分别为10月08日、10月15日、10月22日、10月29日和11月05日,基本苗均为300万/hm²。取样时期为越冬期(2017年01月19日),在气温最低时(-8°C)当日上午8:00—10:00,选取生长均匀一致且有代表性的植株,取其上部完全展开叶片,用蒸馏水冲洗3次后,滤纸吸干,剪成小段,用锡箔纸包裹后放于液氮罐速冻,置于 -80°C 冰箱保存备用,用于测定叶片叶绿素、脯氨酸和可溶性蛋白等含量;选取20 cm土层的根系进行根系活力测定。

1.3 测定项目与方法

根系活力用TTC法测定,叶绿素含量用丙酮提取法测定,Pro含量用磺基水杨酸提取—茚三酮显色法测

定,Pr含量用考马斯亮蓝法测定,MDA含量用硫代巴比妥显色法测定,SOD活性用氮蓝四唑显色法测定,POD活性用愈创木酚显色法测定,每项指标重复3次。

1.4 数据处理

采用DPS[®]数据处理系统进行差异显著性分析,用Microsoft Excel 2010进行数据处理和图表绘制。

2 结果与分析

2.1 播期对百农207越冬期根系活力的影响

在小麦生长发育过程中,根系活力的强弱与小麦生长状况有密切关系,是植物抗寒性鉴定的重要指标之一。由图1可看出,随着播期推迟,百农207和周麦18越冬期根系活力呈“先升高后下降”趋势,各播期下百农207根系活力均显著高于对照周麦18($P < 0.05$)。5个播期中,2个小麦品种均以10月15日播期根系活力最强,百农207根系活力较其他播期显著提高(1.86~2.51倍),周麦18根系活力与10月22日差异不显著($P < 0.05$),但显著高于其他播期(1.04~2.18倍)。百农207在10月08日播期有较高的根系活力,10月22日与10月29日播期根系活力持平,而11月05日播期根系活力显著下降。周麦18在10月15日播期后根系活力下降比较平缓。

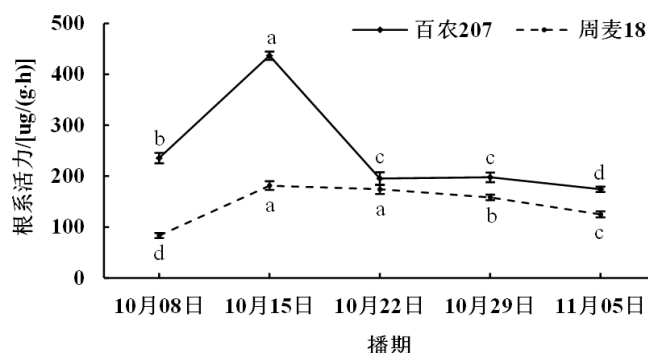


图1 不同播期下小麦越冬期根系活力变化

Figure 1 Changes of wheat root activity during overwintering period under different sowing dates

2.2 播期对百农207越冬期叶片叶绿素含量的影响

由图2可知,随着播期推迟,2个小麦品种叶片叶绿素含量均呈“先升高后降低”趋势。各播期百农207叶片叶绿素含量均显著高于周麦18($P < 0.05$),且以10月15日和10月22日播期叶片叶绿素含量较高,分别为1.14和1.15 mg/g,显著高于其他播期($P < 0.05$),而周麦18以10月15日叶片叶绿素含量最高,为0.45 mg/g。

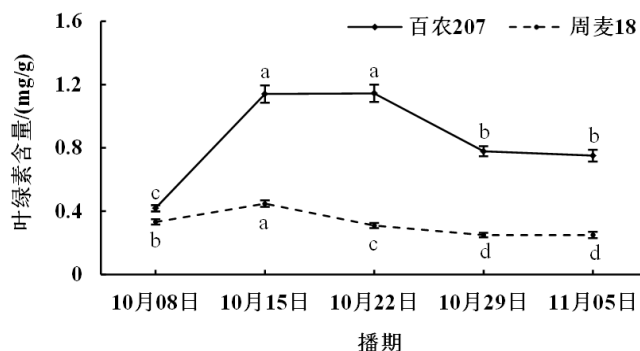


图2 不同播期下小麦越冬期叶片叶绿素含量变化

Figure 2 Changes of wheat leaf chlorophyll content during overwintering period under different sowing dates

2.3 播期对百农207越冬期叶片脯氨酸(Pro)含量的影响

脯氨酸是一种小分子的渗透调节物质,植物在遭受不良环境胁迫时会积累大量的脯氨酸,其含量可作为逆境胁迫的生理指标之一。由图3可见,随播期推迟,2个小麦品种叶片Pro含量变化趋势基本一致,大体呈先增后降的趋势。除11月05日播期外,在10月08日至10月29日播期百农207叶片Pro含量均显著高于对照周麦18($P < 0.05$),百农207以10月15日播期叶片Pro含量最高,显著高于其他播期($P < 0.05$),而周麦18叶片Pro含量以10月29日播期最高,其次是10月15日播期。

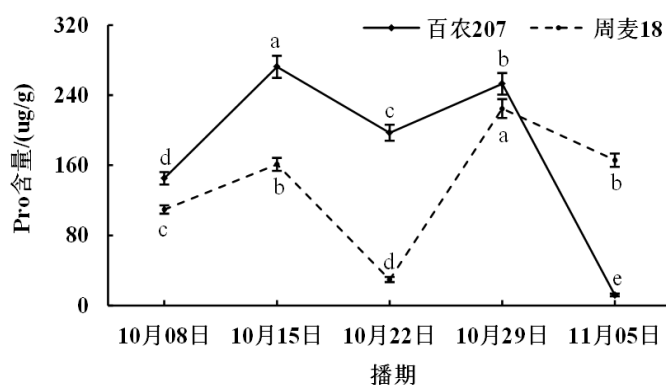


图3 不同播期下小麦越冬期叶片Pro含量变化

Figure 3 Changes of wheat leaf proline(Pro) content during overwintering under different sowing dates

2.4 播期对百农207越冬期叶片可溶性蛋白(Pr)含量的影响

植物在生长和发育过程中受到逆境胁迫时,会主动合成并积累大量的蛋白质和与渗透条件有关的小分子物质,以减轻逆境的伤害。很多植物可溶性蛋白质含量与抗寒性密切相关。由图4可见,随播期推迟,2个小麦品种越冬期叶片Pr含量呈逐渐增加趋势,在11月05日播期达到了最高值,且差异达显著水平($P < 0.05$)。5个播期中百农207叶片Pr含量均显著高于周麦18($P < 0.05$)。

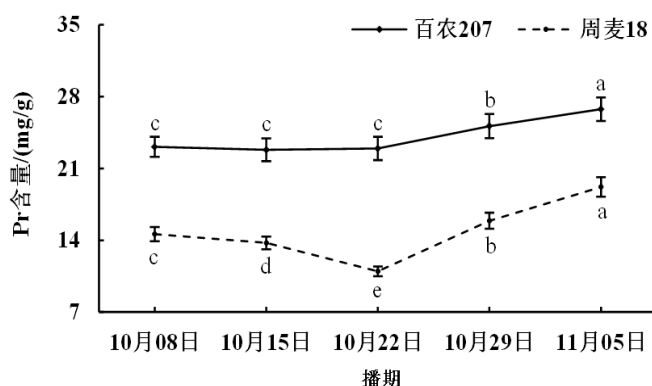


图4 不同播期下小麦越冬期叶片Pr含量变化

Figure 4 Changes of wheat leaf soluble protein (Pr) content during overwintering period under different sowing dates

2.5 播期对百农207越冬期叶片丙二醛(MDA)含量的影响

小麦遭受到低温、高温、盐害和涝渍等逆境时,会引发膜脂的过氧化作用。MDA是植物膜脂过氧化作用的产物之一,其含量高低可作为膜结构损伤程度的一个重要指标。图5显示,2个小麦品种越冬期叶片MDA含量变化趋势不尽一致,随播期推迟,百农207叶片MDA含量呈逐渐增加,周麦18则呈先上升后下降趋势,且百农207叶片MDA含量均显著低于对照周麦18($P < 0.05$)。同一品种不同播期叶片MDA含量差异均达极显著水平($P < 0.05$),百农207以10月08日和10月15日叶片MDA含量较低,周麦18以10月22日最低,均

显著低于其他播期。

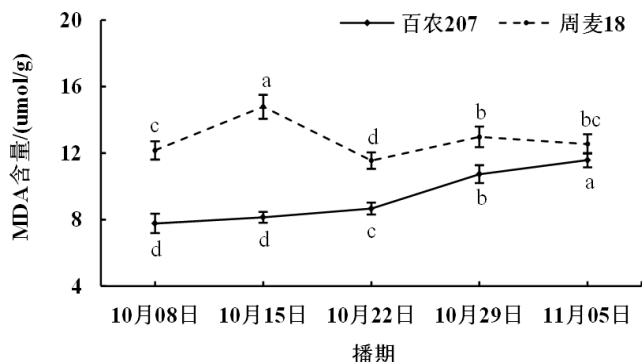


图5 不同播期下小麦越冬期叶片MDA含量变化

Figure 5 Changes of wheat leaf malondialdehyde (MDA) content during overwintering period under different sowing dates

2.6 播期对百农207越冬期叶片保护酶系统的影响

2.6.1 对叶片超氧化物歧化酶(SOD)活性的影响

SOD是防止生物体氧化的重要保护酶,其功能是清除细胞内超氧化物阴离子自由基(O_2^-),与POD、CAT等酶共同作用抑制膜内不饱和脂肪酸的过氧化作用,减少自由基对细胞膜的伤害,从而增强植物对逆境的适应性。由图6可知,随播期推迟,百农207和周麦18越冬期叶片SOD活性变化大体呈下降趋势,均以10月08日播期叶片SOD活性最高,显著高于其他播期($P < 0.05$),各播期下百农207叶片SOD活性均显著高于对照周麦18($P < 0.05$)。

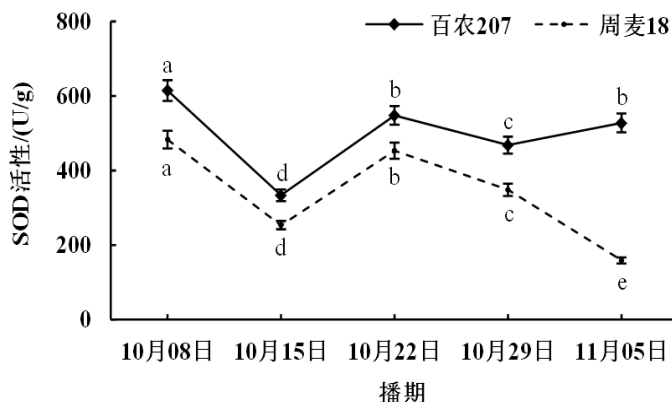


图6 不同播期下小麦越冬期叶片SOD含量变化

Figure 6 Changes of wheat leaf SOD activity during overwintering period under different sowing dates

2.6.2 对叶片过氧化物酶(POD)活性的影响

POD是定位于植物叶绿体中清除 H_2O_2 的重要保护酶类,能够将 H_2O_2 分解 H_2O ,从而降低 H_2O_2 对植物的毒害作用,其活性与植物抗寒性关系密切。图7显示,随着播期推迟,百农207越冬期叶片POD活性呈“先降后升再降”趋势,而周麦18呈逐渐降低趋势。各播期下百农207叶片POD活性均高于对照周麦18,且以10月08日和10月29日较高,其次是10月15日和10月22日,11月05日最低。而周麦18叶片POD活性以10月08日播期最高,显著高于其他播期($P < 0.05$),10月15日和10月22日播期叶片POD活性无明显差异。说明小麦品种百农207在播期较晚(10月29日)时,有较强的自身调节能力,表现为保护酶活性增强,以减轻低温对小麦活性氧代谢的破坏。

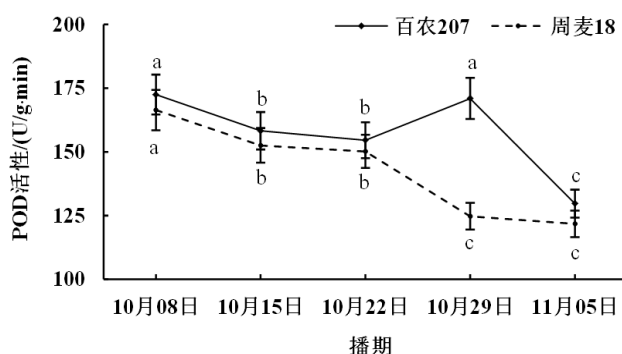


图7 不同播期下小麦越冬期叶片 POD 含量变化

Figure 7 Changes of wheat leaf POD activity during overwintering period under different sowing dates

3 讨论与结论

小麦根系是吸收水分和养分的主要器官,其活力高低直接影响着作物的生长发育和产量,越冬期至抽穗期抗寒性强的小麦品种根系活力一直高于抗寒性弱的品种^[12-14]。本研究中,随着播期推迟,越冬期2个小麦品种根系活力呈先升高后下降的趋势,各播期下百农207根系活力均显著高于对照周麦18($P < 0.05$),2个小麦品种均以10月15日播期根系活力最强,说明百农207抗寒性强于周麦18,10月15日播期有利于增强2个小麦品种的根系活力和抗寒性,提高营养吸收能力,促进植株健壮生长和发育。研究还发现,百农207根系活力在10月08日播期也较高,而周麦18根系活力最低,表明播种早时气温较高,百农207表现出生长发育稳健,周麦18则发育较快,生长过旺,根系活力相对偏低,因此周麦18不能太早播种。

叶色深浅是叶绿素含量的外观表现,叶绿素含量能够反映作物叶片光合性能,可作为越冬期抗寒性选择的一个简单有效指标,低温胁迫下小麦叶片叶绿素含量明显下降^[15-16]。本试验结果显示,随着播期推迟,2个小麦品种叶片叶绿素含量均呈先升高后降低趋势,百农207以10月15日和10月22日播期叶片叶绿素含量较高,而周麦18以10月15日最高,各播期下百农207叶绿素含量均高于周麦18。表明在自然低温胁迫下,播期过早或过晚均会影响小麦叶绿素的合成,叶绿素含量低。田间观察发现,百农207冬前大分蘖多,叶色深绿,越冬抗寒性较好。

脯氨酸与可溶性蛋白是植物重要的小分子渗透调节物质,是植物抗逆性的重要指标^[17-18]。在逆境下,植物能够积累较多的脯氨酸和可溶性蛋白,增强对不良环境的适应性,有效缓解细胞外结冰后细胞失水,保持了细胞液的流动性,增强膜的稳定性,减少伤害的发生,提高植物的耐寒性^[19-22]。本研究中,随播期推迟,2个小麦品种叶片Pro含量大体呈先增后降的趋势,这与张军等^[17]研究结果基本一致;而Pr含量呈逐渐增加趋势,这与孙淑欣^[23]研究结果相似。试验结果表明,10月08日至10月29日播期下百农207叶片Pro含量和Pr含量均显著高于对照周麦18($P < 0.05$),说明在低温胁迫下,百农207能够产生更多的低温诱导蛋白,耐寒性优于对照周麦18。

在逆境下,植物遭受伤害时,会发生膜脂过氧化作用,使膜系统受到损伤,引起膜脂过氧化产物MDA积累,MDA可以较好地评判植物对逆境伤害的抵抗力,其含量低的小麦品种细胞膜系统受到逆境胁迫伤害越轻,抗寒性强于含量高的品种^[24-25]。本研究发现,随着播期推迟,百农207叶片MDA含量呈逐渐增加趋势,而周麦18呈先上升后下降趋势,且百农207叶片MDA含量均显著低于对照周麦18($P < 0.05$),说明早播时百农207较周麦18越冬期细胞膜受到的损伤较少,耐早播能力强。研究还发现,百农207以10月08日和10月15日较低,而周麦18以10月22日最低,说明不同小麦品种应选择适宜的播种时期,降低膜脂过氧化作用,减少细胞膜透性,使细胞膜受伤害程度减轻。

在低温胁迫下植物体内活性氧的形成和清除之间的平衡被打破,活性氧自由基活性氧积累,就会损伤细胞,植物会启动自身保护机制——增强保护酶活性来提高植物的抗寒性,其活性高低在一定程度上能够反映植物抗寒性强弱^[17,26]。本试验中,不同播期下,百农207和周麦18越冬期叶片SOD和POD活性均以10月

08日播期最高,10月15日和10月22日较高,且百农207叶片SOD和POD活性均高于对照周麦18。究其原因,在10月08日至10月22日播期下,积温较高,百农207冬前生长健壮,根系活力较强,叶绿素含量较高,表现出了更强的耐寒性。综上所述,10月08日至10月15日可作为百农207的适宜播期,周麦18应适当晚播。

在生产实践中,百农207和周麦18虽然同为半冬性类型品种,但是不同品种幼苗生长速度对温度的反应明显不同,在同样温度和积温条件下,周麦18生长速度快,表现为叶色浅、叶片薄,百农207生长稳健,表现为叶色深、叶片厚。因此,在播期偏早的情况下,周麦18冻害严重,百农207冻害轻。多年育种经验和调查表明,周麦18常年叶片冻害程度为3级左右,百农207常年叶片冻害程度为2级左右。由于百农207越冬期抗冻性强,也为春季耐倒春寒奠定了良好基础。

参考文献:

- [1] 马超,吴皓,欧行奇,等. 高产小麦新品种百农207及其姊妹系的基因组构成分析[J]. 郑州大学学报(理学版),2020,52(2): 118-126.
- [2] 欧行奇,李璐,李新华,等. 强筋小麦品种耐倒春寒性状分析[J]. 种子,2020,39(7):137-141.
- [3] 欧行奇,王玉玲. 黄淮南片麦区小麦耐倒春寒育种研究初探[J]. 麦类作物学报,2019,39(5):560-566.
- [4] 辛明明,彭惠茹,倪中福,等. 小麦耐热性的生理遗传研究进展[J]. 中国农业科学,2017,50(5):783-791.
- [5] 李晓林,白志元,杨子博,等. 黄淮麦区部分主推冬小麦品种越冬及拔节期的抗寒生理研究[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版),2013,41(1):40-48.
- [6] 王燕,祁虹,张谦,等. 粮棉轮作模式下播期播量对棉茬小麦生长发育和产量的影响[J]. 麦类作物学报,2018,38(12):1473-1480.
- [7] 张明明,董宝娣,乔匀周,等. 播期、播量对旱作小麦‘小偃60’生长发育、产量及水分利用的影响[J]. 中国生态农业学报,2016,24(8):1095-1102.
- [8] 雷妙妙,孙敏,高志强,等. 休闲期深松蓄水适期播种对旱地小麦产量的影响[J]. 中国农业科学,2017,50(15):2904-2915.
- [9] 王玉玲,何鸿举,乔红,等. 小麦新品种百农207适宜播期播量组合研究[J]. 河南科技学院学报(自然科学版),2019,47(1): 6-10.
- [10] 李宏壮,李好中,谢廷臣. 不同播期播量对小麦新品种百农207的影响[J]. 农业科技通讯,2016(2):52-54.
- [11] 孙蒙蒙. 河南省小麦主导品种适宜密度及播期的研究[D]. 郑州:河南农业大学,2018.
- [12] 张鑒鑒,刘冰洋,王一凡,等. 植物根系研究进展[J]. 天津农业科学,2016,22(11):11-18.
- [13] 王兵,马娟娟,孙西欢,等. 水分调控对冬小麦根系生长及抗旱性的影响[J]. 节水灌溉,2017(2):62-64,68.
- [14] 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):47-50,54.
- [15] 王建林. 长期定位施肥对冬小麦-夏玉米叶片叶绿素含量的影响[J]. 中国农学通报,2010,26(6):182-184.
- [16] 徐澜,高志强,安伟,等. 冬麦春播小麦穗分化阶段对低温胁迫的响应及耐寒性[J]. 应用生态学报,2015,26(6):1679-1686.
- [17] 张军,刘明昊,周波,等. 不同播期下兰黑粒小麦越冬生理特性初探[J]. 陕西农业科学,2018,64(2):20-22,27.
- [18] 朱虹,祖元刚,王文杰,等. 逆境胁迫条件下脯氨酸对植物生长的影响[J]. 东北林业大学学报,2009,37(4):86-89.
- [19] 郭绍川,刘玲玉. 脯氨酸含量在作物低温锻炼中的变化及同抗寒性的关系[J]. 西北植物研究,1984,4(1):45-50.
- [20] 李志亮,王刚,吴忠义,等. 脯氨酸与植物抗渗透胁迫基因工程改良研究进展[J]. 河北师范大学学报,2005,29(4): 404-408.
- [21] 张磊,李国领,张建周,等. 拔节期低温胁迫对小麦生理特性和产量的影响[J]. 河南农业科学,2017,46(11):13-18.
- [22] 姜春明,尹燕桦,刘霞,等. 不同耐热性小麦品种旗叶膜脂过氧化和保护酶活性对花后高温胁迫的响应[J]. 作物学报,2007,33(1):143-148.
- [23] 孙淑欣. 播期和密度对不同穗型小麦幼穗分化调控机理的研究[D]. 泰安:山东农业大学,2019.
- [24] 冯玉磊. 寒地冬小麦返青期低温响应的生理特性与蛋白质组分析[D]. 哈尔滨:东北农业大学,2012.
- [25] 薛香,吴玉娥,郜庆炉. 不同类型小麦品种的主要抗寒性生理指标[J]. 贵州农业科学,2011,39(7):68-70.
- [26] BAEK K H, SKINNER D Z. Differential expression of manganese superoxide dismutase sequence variants in near isogenic lines of wheat during cold acclimation[J]. Plant Cell Reports,2006,25(3):223-230.