

小麦冬季低温冷害的预防与补救措施初探

高翔¹, 聂彦文¹, 杨占平², 荆恩恩¹, 李宗震¹, 任永哲¹, 王志强¹, 辛泽毓^{1*}, 林同保^{1*}
(1. 河南农业大学 农学院, 河南 郑州 450002; 2. 河南省农业科学院
植物营养与资源环境研究所, 河南 郑州 450002)

摘要: 为降低冬季低温冷害对小麦的不利影响, 于 2015—2016 年, 采用田间试验, 调查了对照(低温灾害频发地区农户的栽培措施)、预防、补救 3 个处理小麦的产量及其构成因素、土壤紧实度和呼吸速率、小麦叶片光合速率。结果显示, 预防和补救处理均较对照显著提高了小麦穗数和籽粒产量, 穗数增幅分别为 129.27% 和 96.98%, 产量增幅分别为 266.56% 和 130.58%。预防处理小麦穗数和籽粒产量分别较补救处理显著提高 16.39% 和 58.97%。拔节期和收获期 0~20 cm 土层土壤紧实度以及后期小麦旗叶光合速率均表现为预防处理 > 补救处理 > 对照。土壤呼吸速率表现为预防处理 > 对照 > 补救处理, 预防处理较对照显著增加 11.71%。说明预防处理、补救处理均有一定减灾效果, 且预防处理效果优于补救处理。

关键词: 小麦; 低温冷害; 预防; 补救

中图分类号: S512.1 文献标志码: A 文章编号: 1004-3268(2017)07-0026-04

Preliminary Study on Preventive and Remedial Measures of Chilling Injury of Wheat in Winter

GAO Xiang¹, NIE Yanwen¹, YANG Zhanping², JING Enen¹, LI Zongzhen¹, REN Yongzhe¹,
WANG Zhiqiang¹, XIN Zeyu^{1*}, LIN Tongbao^{1*}
(1. Agronomy College, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China; 2. Institute of Plant Nutrient,
Resources and Environment, Henan Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou 450002, China)

Abstract: To reduce the adverse effects of chilling injury on wheat in winter, the wheat yield and composition, soil compaction and respiratory rate, photosynthetic rate of wheat leaves were investigated under different treatemnts (local cultivation measure as control, prevention treatment, remediation treatment) by field experiment from 2015 to 2016. The results showed that grain yield and spike number of prevention and remediation treatments were significantly improved compared with control, the increase rate of yield were 266.56% and 130.58% respectively, and the increase rate of spike number were 129.27% and 96.98% respectively. Prevention treatment significantly improved spike number and grain yield by 16.39% and 58.97% compared with remediation treatment. The orders of soil compaction in 0—20 cm soil layer at jointing stage and harvesting stage and photosynthetic rate of wheat flag leaves were prevention treatment > remediation treatment > control. The order of soil respiration rate was prevention treatment > control > remediation treatment, the soil respiration rate of prevention treatment significantly increased by 11.71% compared with control. The results showed that the prevention and remediation treatments had certain effect of disaster reduction, and the effect of the prevention treatment was superior to the remediation treatment.

收稿日期: 2017-01-10
基金项目: 国家科技支撑计划项目(2013BAC09B01)
作者简介: 高翔(1986-), 男, 河南郑州人, 在读博士研究生, 研究方向: 作物抗逆生理。E-mail: gaoxiang86@163.com
* 通讯作者: 林同保(1962-), 男, 河南武陟人, 教授, 博士, 主要从事作物节水技术研究。E-mail: linlab@163.com
辛泽毓同为通讯作者

Key words: wheat; chilling injury; prevention; remediation

低温冷害是制约小麦稳产的重要障碍。近年来,随着气候变暖加剧,异常气候现象频发,小麦受冻害胁迫的风险增高^[1]。河南省是小麦的重要产区,省内东南部地区小麦生产易受极端低温的影响。如何提高小麦抗低温能力,减轻低温胁迫对小麦产量的影响是近年来研究的热点。近年来,国内外对于提高小麦抗性的研究进展迅速,特别是利用生物技术手段鉴定出低温响应的转录因子、冷诱导基因等^[2],这对推动分子育种增强小麦抗低温能力有着重要意义。但利用传统措施(品种布局、栽培措施、化学调控等)提高小麦抗低温能力的研究进展较为缓慢,已有的研究多从品种布局^[3]和化学调控方面^[4,6]来提高小麦抗低温的能力。对栽培措施与小麦抗低温能力之间的关系研究也有涉及^[7-10],如水肥的调控^[7]、土壤结构的改良^[10]等,但该类研究多注重的是栽培措施抵抗低温的效果,对于栽培措施对小麦生长环境、生理上的影响研究不够深入。结合实际生产发现,小麦受低温胁迫减产与栽培措施实施不到位有很大关系^[1]。为此,立足实际生产中遇到的冬季小麦冻害现象进行调查分析,利用栽培措施改善小麦生长环境,初步探讨了预防、补救处理下低温对小麦产量、产量构成因素、土壤紧实度、土壤呼吸速率及旗叶光合速率的影响,以期小麦低温逆境生产防灾减灾提供理论依据和技术支撑。

1 材料和方法

1.1 试验概况及试验材料

试验于2015—2016年在河南省驻马店市西平县二郎乡(33°18′21.02″N、113°59′27.17″E)进行,供试土壤为砂浆黑土,前茬作物为玉米,玉米秸秆还田。

供试小麦品种为西农979,于2015年11月23—25日遭遇低温灾害,该时期日平均气温从10℃骤降至-4℃,12月初,大面积小麦叶片枯黄并伴有大量分蘖死亡。

1.2 试验设计

试验设置对照、预防、补救3个处理,每处理3次重复。对照:仿照低温灾害频发地区农户的栽培措施,施底肥(N:P:K=30:5:5)300 kg/hm²,旋耕,然后直接播种,至成熟不再施肥浇水。预防处理:施底肥(N:P:K=30:5:5)300 kg/hm²,旋耕,播种后采用牛牵引石碾碾压(半径15 cm、高100 cm,质量为

75 kg)镇压土壤,于2015年11月15日采用漫灌形式补灌900 m³/hm²,返青后至成熟不再施肥浇水。补救处理:施底肥(N:P:K=30:5:5)300 kg/hm²,旋耕,然后直接播种,于12月4日小麦出现枯黄后人工撒施150 kg/hm²尿素(含N 46%)并补灌900 m³/hm²。小麦于2015年10月14日播种,播种量为180 kg/hm²,行距为20 cm。

1.3 测定项目与方法

1.3.1 土壤紧实度 由于土壤含水量对土壤紧实度有重要影响,特选取拔节期(3月17日)和收获期(5月25日)土壤含水量相近(土壤表层含水量为40%左右)的2个时间点进行土壤紧实度的测定。在每个小区按照S形选取10点,使用浙江拓普仪器有限公司的TJSD-750型土壤紧实度仪分别测定0~10、10~20、20~30 cm土层土壤紧实度。

1.3.2 土壤呼吸速率 于2016年4月20日10:30—11:30,在每个小区随机布设4个土壤观测点,各监测点之间间隔20 m左右。首先将美国LI-COR公司的LI-8100A土壤碳通量自动测量系统配套的PVC环(内径20 cm、高15 cm)砸入土壤中,上端露出地面2~3 cm,尽量减小土壤物理结构和生物生活状态的破坏,经24 h平衡后测定土壤呼吸速率。

1.3.3 叶片光合速率 于2016年4月10日10:30—11:30,使用美国LI-COR公司的LI-6400便携式光合测定仪测定小麦旗叶光合速率,取3次重复平均值。

1.3.4 产量及其构成因素 小麦成熟后,收取1 m双行进行考种,测定穗数、穗粒数、千粒质量,收取2 m²小麦自然晒干后测产。

2 结果与分析

2.1 预防和补救处理对小麦产量及其构成因素的影响

由表1可知,与对照相比,预防和补救处理小麦穗数和籽粒产量均显著提高,穗数分别显著提高129.27%和96.98%,产量分别显著提高266.56%和130.58%。对比预防处理和补救处理发现,预防处理小麦穗数和籽粒产量均较补救处理显著提高,增幅分别为16.39%和58.97%。穗粒数和千粒质量在3个处理之间无显著差异。综上,采取预防和补救处理能够有效地保持小麦群体,从而挽救产量,且预防措施的效果优于补救措施。

表 1 不同处理小麦产量及其构成因素

处理	穗数/ (万穗/hm ²)	穗粒数	千粒质量/ g	籽粒产量/ (kg/hm ²)	较对照增产/ %
对照	177.89c	46.29a	36.31a	1 949.22c	
预防	407.85a	55.55a	40.84a	7 145.10a	266.56
补救	350.41b	53.37a	37.27a	4 494.52b	130.58

注:同列数据后不同字母表示不同处理间差异显著(P<0.05)。

2.2 预防和补救处理对土壤紧实度的影响

土壤紧实度能够反映土壤的质地、空隙度、含水量等,对小麦根系和分蘖节附近土壤温度有着重要影响。由图 1 可知,拔节期和成熟期,3 个处理土壤紧实度均随土层深度的增加呈增加趋势,且 0~10、10~20 cm 土层土壤紧实度均表现为预防处理>补救处理>对照。其中,拔节期,预防和补救处理 0~10 cm 土层土壤紧实度分别较对照增加 854.55 N/cm² 和 925.29 N/cm²,10~20 cm 土层分别较对照增加 526.37 N/cm² 和 476.32 N/cm²;收获期,预防和补救处理 0~10 cm 土层土壤紧实度分别较对照增加 614.89 N/cm² 和 550.74 N/cm²,10~20 cm 土层分别较对照增加 956.15 N/cm² 和 892.95 N/cm²。拔

节期,20~30 cm 土层土壤紧实度表现为对照>预防处理>补救处理,预防和补救处理土壤紧实度分别较对照降低 228.71 N/cm² 和 518.90 N/cm²。收获期,20~30 cm 土层土壤紧实度表现为对照>补救处理>预防处理,预防和补救处理分别较对照降低 172.54 N/cm² 和 48.82 N/cm²。对照处理 0~20 cm 土层中土壤紧实度低造成土壤悬虚,致使小麦在越冬阶段遭受严重低温灾害。补救处理中低温灾害后灌水措施在一定程度上增加了土壤紧实度,为小麦灾后的恢复生长提供了良好条件。预防处理中的镇压措施和灾前补灌措施增加了土壤紧实度,为小麦抵御低温灾害提供了有利条件。

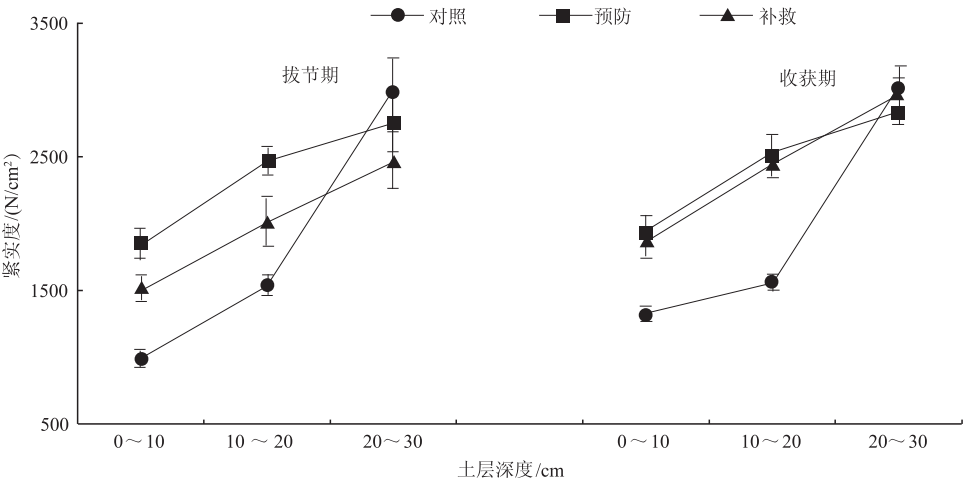
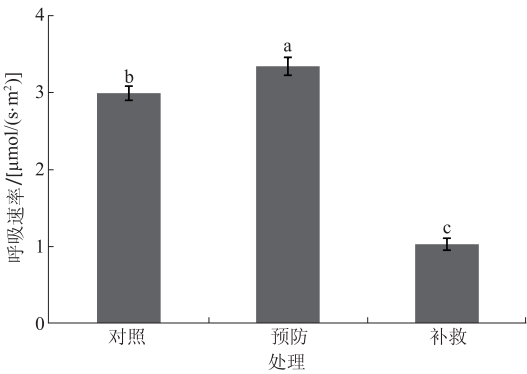


图 1 不同应对低温胁迫措施下土壤紧实度的变化

2.3 预防和补救处理对土壤呼吸速率的影响

土壤呼吸速率受土壤温度、含水量、微生物等多方面的影响。由图 2 可知,土壤呼吸速率表现为预防处理>对照>补救处理,3 个处理之间差异显著,预防、补救处理分别较对照显著增加 11.71%、减少 65.69%。3 个处理间土壤呼吸速率有差异的原因可能与尿素的使用有关,补救处理中灾后补施尿素可能是造成补救处理呼吸速率下降的原因,但需进一步验证。



不同字母表示不同处理间差异显著(P<0.05),下图同

图 2 不同应对低温胁迫措施下的土壤呼吸速率

2.4 预防和补救处理对小麦旗叶光合速率的影响

小麦旗叶与小麦产量形成有重要关系。由图 3 可知,小麦旗叶光合速率表现为预防处理 > 补救处理 > 对照,预防和补救处理小麦旗叶光合速率分别较对照增加 20.37% 和 12.56%。这一趋势与产量及其构成因素的结论相对应,但处理间差异不显著,说明冻害对小麦后期影响不明显。

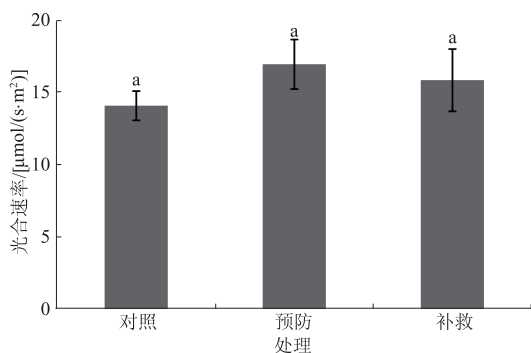


图 3 不同应对低温胁迫措施下的小麦旗叶光合速率

3 结论与讨论

本研究结果表明,预防和补救处理均较对照显著提高了小麦穗数和籽粒产量,且预防处理效果显著大于补救处理,穗粒数和千粒质量在 3 个处理之间差异不显著,说明低温主要影响了小麦成穗,进而影响产量,这与前人^[5]研究结果一致,即冬季极端低温可能造成小麦死蘖,减少小麦成穗数,对穗粒数和千粒质量影响不显著。预防处理效果显著大于补救处理,这主要是因为预防处理播种后采取了镇压措施,0~20 cm 土层土壤紧实度明显高于其他处理;同时这也解释了对照和补救处理发生冻害的原因,未经镇压的土壤结构过于疏松,跑水跑风,造成冻前麦苗弱小抗低温能力差,同时土壤环境也不利于保温,加剧了冻害发生。冻害发生后补救处理施水肥使土壤下沉,在水分和养分作用下部分未被冻死的小分蘖加速生长最终成长,挽救部分产量。后期小麦旗叶光合速率表现为预防处理 > 补救处理 >

对照,这与产量及其构成因素的结论相对应,但各处理间差异不显著,说明冻害对小麦后期影响不明显。不同处理除了对小麦有影响外,同时也对土壤呼吸速率有一定影响。本研究结果表明,土壤呼吸速率表现为预防处理 > 对照处理 > 补救处理。预防处理能减少低温灾害所带来的产量损失,且效果优于补救处理,另外化肥投入量也小于补救处理,是一种既能增强小麦抗低温能力同时又生态友好的耕作方式。

参考文献:

- [1] 陈德亮. 气候变化背景下中国重大农业气象灾害预测预警技术研究[J]. 科技导报, 2012, 30(19): 3.
- [2] 花庆, 刘小刚, 张静雅, 等. 小麦冷驯化相关基因及抗寒性分子机理研究进展[J]. 中国农学通报, 2012, 28(36): 8-22.
- [3] 任德超, 胡新, 黄绍华, 等. 黄淮麦区不同类型小麦品种抗晚霜冻害研究[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(14): 5819-5820.
- [4] 王兴, 徐琛, 苍晶, 等. 外源 6-BA 对小麦种子萌发及越冬期植株冻害的缓解作用[J]. 麦类作物学报, 2013, 33(2): 357-363.
- [5] 顾大路, 杨文飞, 廷刚, 等. 冻害胁迫下防冻剂处理对小麦生理特征和产量的影响[J]. 江苏农业学报, 2016, 32(3): 490-496.
- [6] 李春喜, 王言景, 邵云, 等. 化学调控剂不同施用方式对小麦抗冻性的影响[J]. 麦类作物学报, 2010, 30(2): 384-390.
- [7] 魏凤珍, 李金才, 王永华, 等. 小麦抗寒性的影响因素及小麦冻害的防御与补救措施[J]. 安徽农业科学, 2006, 34(10): 2078-2080.
- [8] 李春燕, 李东升, 宋森楠, 等. 小麦阶段性冻害的生理机制及预防途径研究进展[J]. 麦类作物学报, 2010, 30(6): 1175-1179.
- [9] 杨小丽, 崔守亮, 左灵芝. 小麦冻害调查及其防御和补救措施[J]. 河南农业科学, 2006(10): 43-44.
- [10] 陈襄礼, 李林峰, 王重锋, 等. 小麦倒春寒发生特点及防御措施初探[J]. 河南农业科学, 2014, 43(2): 35-37, 42.