

晚播对豫北冬小麦叶片生理及产量性状的影响

姜丽娜¹, 张 菡¹, 吴珊珊¹, 蒿宝珍^{1,2}, 祁诗月¹, 李彩云¹, 邵 云¹, 李春喜¹

(1. 河南师范大学 生命科学院, 河南 新乡 453007; 2. 新乡学院, 河南 新乡 453000)

摘要: 以冬小麦品种周麦 18 为材料, 设置 4 个播期, 同时对应不同播量, 研究了晚播对豫北地区冬小麦叶片叶绿素含量、硝酸还原酶活性、植株干物质积累量及产量的影响。结果表明, 晚播对叶片硝酸还原酶活性的影响主要表现在前期, 对叶片叶绿素含量的影响主要表现在中期, 至生长发育后期, 播期对叶片生理性状的影响减小, 各处理之间差异不显著。晚播加大播量, 单茎干物质积累量在生长后期增加迅速, 但成熟期仍以 T₁ 处理(10 月 18 日播种, 播量 150 kg/hm²) 单茎干物质的积累量表现最高(3.14 g)。从产量性状来看, 播期推迟, 穗粒数明显减少, T₁ 处理比 T₄ 处理(11 月 2 日播种, 播量 240 kg/hm²) 高 7.3 粒; 同时籽粒质量降低, T₁ 处理的千粒重为 43.63 g, 显著高于 T₄ 处理。综合来看, 在 4 个播期处理中, T₁ 处理的产量最高(10354 kg/hm²), 较 T₄ 处理增产 22.80%。豫北地区冬小麦适宜晚播期为 10 月 18 日。

关键词: 冬小麦; 晚播; 生理指标; 产量性状

中图分类号: S512.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-3268(2011)06-0039-04

Effects of Late sowing on Physiology and Yield Characteristics of Winter Wheat Leaves in Northern Henan Province

JIANG Li-na¹, ZHANG Han¹, WU Shan-shan¹, HAO Bao-zhen^{1,2}, QI Shi-yue¹,
LI Cai-yun¹, SHAO Yun¹, LI Chun-xi¹

(1. College of Life Sciences, Henan Normal University, Xinxian 453007, China;

2. College of Xinxian, Xinxian 453000, China)

Abstract: With Zhoumai 18 as field experimental material, effects of late sowing on leaves' physiology and yield characteristics of winter wheat in northern Henan province were studied. In this experiment, 4 sowing dates corresponding to 4 sowing density were arranged in Xunxian Institute of Agricultural Sciences during 2008–2009. The sowing dates were 18th Oct (T₁), 23rd Oct (T₂), 28th Oct (T₃) and 2nd Nov (T₄). The results showed that late sowing affected NR activity in leaves strongly in earlier stage, while chlorophyll content in middle stage. These influences tended to weak in later stage, and the differences among 4 sowing dates were not significant. Late sowing time with increasing sowing density was not really effective on dry matter accumulation per stem over ground. In mature period, dry matter accumulation per stem under T₁ was 3.14 g, which was the highest among these 4 treatments. Judging from the grain yield characteristics, late sowing influenced the grain number per ear (the grain number under T₄ treatment was 7.3 less than T₁ treatment) and grain weight (the 1000-seed weight under T₁ treatment was 43.63 g, significantly higher than T₄ treatment) significantly, which led to the lower grain yield. In this experiment, the grain yield tended to be highest under T₁, which reached 10354 kg/ha, 22.80% higher than T₄. From the above result, the appropriate sowing date of winter wheat was 18th Oct in northern Henan.

Key words: Winter wheat; Late sowing; Physical signs; Yield characteristics

收稿日期: 2010-12-25

基金项目: 农业部公益性行业(农业)科研专项(nyhyzx07-002); 河南师范大学大学生创新性实验计划项目(101047619)

作者简介: 姜丽娜(1973), 女, 河南延津人, 副教授, 博士, 主要从事作物生理生态研究。E-mail: jln5094@yahoo.com.cn

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

小麦是我国三大粮食作物之一,其产量对全国粮食安全有着举足轻重的作用。在高产栽培措施中,适期播种是冬小麦形成冬前壮苗的关键,可以保证其生产中充分利用光热资源以改善群体质量和产量^[1]。21 世纪以来,黄淮麦区暖冬年份居多,冬前积温升高,改变了冬小麦在冬季的生长发育状况^[2]。为应对气候变化,适当推迟冬小麦的播种时间,对缓和一年两作区上下茬作物争茬的矛盾,实现两茬作物的均衡增产具有重要意义^[3-4]。研究表明,与 20 世纪 80 年代相比,冬小麦适播日均温达 16~18℃的时间已从 10 月初向后推迟了 1 周左右^[5]。

豫北地区是河南省高产麦区。近年来,该区玉米晚收、小麦晚播的“双晚”技术较为普及,小麦的播期较传统播期推迟 7~10 d,播种日期在 10 月 10~15 日。本研究以周麦 18 为材料,设置 4 种播期处理,研究了豫北地区晚播对冬小麦生长过程中叶片叶绿素含量、硝酸还原酶活性、植株干物质积累及产量性状的影响,以期为豫北地区小麦高产栽培提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 材料及试验设计

供试小麦(*Triticum aestivum* L.)为半冬性中熟品种周麦 18。试验于 2008~2009 年在浚县农科所小麦玉米一体化周年超高产试验田进行。试验地为黏壤土,0~20 cm 土层含有机质 16.51 g/kg,全氮 1.1 g/kg,水解氮 89 mg/kg,速效磷 15.9 mg/kg,速效钾 109 mg/kg。前茬夏玉米,秸秆粉碎翻压还田。底施磷肥(P_2O_5) 138 kg/hm²、钾肥(K_2O) 112.5 kg/hm²、硫酸锌 22.5 kg/hm²、饼肥 2250 kg/hm²、纯氮 120 kg/hm²,拔节期结合浇水追施纯氮 60 kg/hm²。试验设置 4 个播期,随播期的推迟增加相应的播量。处理如下: T₁ (2008 10 18 播种,播量 150 kg/hm²)、T₂ (2008 10 23 播种,播量 180 kg/hm²)、T₃ (2008 10 28 播种,播量 210 kg/hm²) 和 T₄ (2008 11 02 播种,播量 240 kg/hm²)。小区面积 40 m² (4 m×10 m),随机排列,2 次重复,其他管理同常规高产田。

1.2 测定方法

1.2.1 小麦叶片叶绿素含量及硝酸还原酶活性的测定 于小麦生长的各主要生育期,取植株叶片(抽穗期以后取旗叶),采用丙酮-无水乙醇浸提法测定叶片叶绿素含量^[6],磺胺比色法测定叶片硝酸还原酶(nitrate reductase, NR)活性^[7]。

1.2.2 小麦农艺性状、干物质积累量及产量的测定 于小麦生长的各主要生育期,取 50 cm 单行内全部植株,105℃杀青后 85℃烘至质量恒定,计算地上部分单茎干物质积累量。产量以实打实收计,每小区采集 2 m² 样点,用小型谷物脱粒机进行脱粒,风干后称籽粒质量并计算产量,同时进行常规考种。

1.3 数据分析

采用 Excel 和 SPSS 软件对数据进行处理,并分析其差异显著性。

2 结果与分析

2.1 播期对小麦叶片叶绿素含量的影响

从图 1 可以看出,12 月 11 日和 2 月 17 日,因外界气温相对较低,此期叶片叶绿素含量亦较低。3 月 31 日,小麦植株进入拔节期,叶片叶绿素含量较前两期有明显升高,其中 T₃ 处理的叶片叶绿素含量最高, T₁ 处理最低,前者比后者增加 8.69%。此期之后至 5 月 4 日,叶片叶绿素含量持续增加。4 月 17 日,植株进入抽穗期,此期 T₁ 处理的叶片叶绿素含量极显著高于其他处理($P < 0.01$),分别比 T₂、T₃ 和 T₄ 处理高出 27.3%、23.8% 和 15.8%。5 月 4 日进入灌浆初期,叶片叶绿素含量亦较高,有利于植株进行光合作用制造光合产物,以供籽粒的生长。此期, T₂ 处理的叶片叶绿素含量高达 3.37 mg/g,但播期处理间差异不显著。

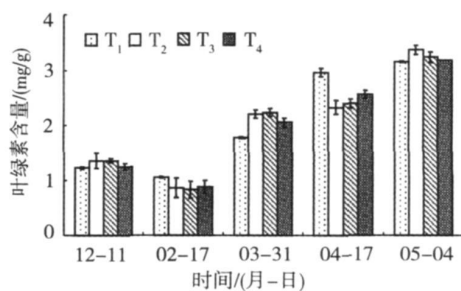


图 1 播期对小麦叶片叶绿素含量的影响

2.2 播期对小麦叶片 NR 活性的影响

从图 2 可以看出,随生育期的推进,叶片 NR 活性呈波浪形变化,高峰值出现在 3 月 31 日。12 月 11 日,随播期的推迟,叶片 NR 活性呈递增趋势, T₄ 处理的幼苗叶片 NR 活性为 507.14 μg/(g·h),显著高于播期较早的 T₂ 和 T₁ 处理($P < 0.05$)。2 月 17 日,各处理间仍以 T₄ 处理的叶片 NR 活性最高(525.59 μg/(g·h)),与前 3 个播期处理的差异达显著水平($P < 0.05$)。由此可以认为,晚播有利于小麦幼苗生长过程中 NR 维持较高活性。3 月 31 日,植株进入拔节期,各处理叶片 NR 活性亦达到高峰

值, 变幅为 548.25~ 684.13 $\mu\text{g}/(\text{g}\cdot\text{h})$, 但各播期处理之间的差异未达显著水平。4 月 17 日, 叶片 NR 活性与前期相比明显降低, 仅为 36.92~ 221.53 $\mu\text{g}/(\text{g}\cdot\text{h})$, 且表现为随播期的推迟, 叶片 NR 活性亦降低。此期叶片 NR 活性的大幅度降低可能与当天取样时光照不足有关。5 月 4 日, 叶片 NR 活性虽略有增加但仍较低, 变幅为 201.24~ 314.31 $\mu\text{g}/(\text{g}\cdot\text{h})$, 以 T₄ 播期处理的叶片 NR 活性最高, 但处理间差异不显著。

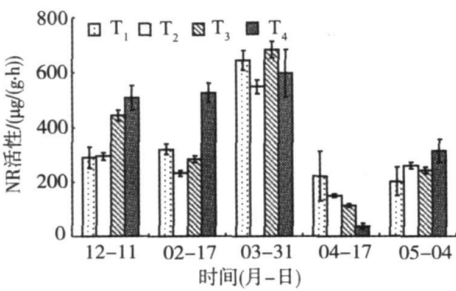


图 2 播期对小麦叶片 NR 活性的影响

2.3 播期对小麦地上部干物质积累的影响

从图 3 可以看出, 随生育期的推进, 植株地上单茎干物质积累量持续增加, 前期增加缓慢, 3 月 31 日后增长迅速, 至成熟期达到最高值。生育前期(11 月 17 日至次年 2 月 17 日), 各处理干物质积累量表现为 T₁> T₂> T₃> T₄, 说明单茎干物质积累量随播期的推迟呈降低趋势。这与播期推迟, 植株幼苗的营养生长及发育时期滞后有关。3 月 31 日之后, 随植株的生长, 地上单茎干物质积累量逐渐增加, 至 5 月 28 日达到最高值, 单茎干物质积累量为 2.68~ 3.14 g, 仍以 T₁ 播期表现最高。从单茎干物质积累增量来看, T₁、T₂、T₃ 和 T₄ 各处理, 5 月 28 日单茎干物质积累量分别比 5 月 4 日增加了 37.94%、43.74%、41.72% 和 76.06%。由此可以看出, 晚播虽然促进了植株生长后期干物质积累量的增加, 但由于其生育期的缩短, 最终地上干物质积累量并未有效提高。

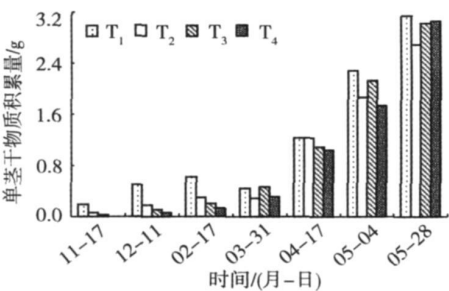


图 3 播期对小麦地上单茎干物质积累量的影响

2.4 播期对小麦产量及产量构成因素的影响

由表 1 可以看出, 豫北地区晚播小麦的成穗数在 664~ 710 万穗/ hm^2 , 各处理间表现为 T₁> T₂> T₄> T₃, 差异不显著。晚播加大播量, 成穗数并未随之增加, 主要是由于晚播条件下冬前分蘖少或者不分蘖, 分蘖期相对推迟, 返青- 拔节期茎蘖上升较快, 拔节后茎蘖消亡也较快, 最终成穗率低, 成穗数少^[8]。从穗粒数来看, 随播期推迟穗粒数呈下降趋势, T₁ 处理的穗粒数为 39.5 粒, 比 T₂ 和 T₄ 处理分别增加 12.65% 和 18.48%, 且差异达显著水平 ($P<0.05$)。究其原因, 随播期推迟, 麦株生育期尤其是幼穗分化的时间缩短, 明显影响了穗粒数。从千粒重来看, 随播期推迟千粒重亦降低, T₁ 处理的千粒重比 T₄ 处理增加 28.36%, 且二者的差异达显著水平 ($P<0.05$)。T₄ 处理的千粒重和穗粒数均表现最低, 因而其穗粒质量亦最低, 仅为 1.34 g, 显著低于其他 3 个播期 ($P<0.05$)。从最终产量看, 随播期推迟, 产量降低, T₁、T₂ 播期处理的产量分别为 10354.27、9322.97 kg/hm^2 , 显著高于 T₃、T₄ 2 个播期处理 ($P<0.05$)。从成产因素综合分析, 晚播降低了穗粒质量和穗粒数, 且成穗数也较低, 因而最终产量较低。

表 1 播期对小麦产量及产量性状的影响

处理	成穗数/ (万穗/ hm^2)	穗粒数/ 粒	千粒重/ g	穗粒 质量/ (g/穗)	产量/ (kg/hm^2)
T ₁	710a	39.50a	43.63a	1.72a	10354.27a
T ₂	695a	34.50b	43.80a	1.51a	9322.97a
T ₃	664a	35.67ab	43.79ab	1.56a	8522.68b
T ₄	672a	32.20b	41.71b	1.34b	8431.92b

注: 同列不同小写字母表示差异达 0.05 显著水平

3 结论与讨论

随着全球气候变暖, 小麦冬前有效积温增加, 造成其冬前生态条件发生较大变化^[1]。在这种条件下, 传统播期的小麦常出现冬前旺长, 易受冬季低温和倒春寒的影响, 进而造成大面积减产^[9], 但适期晚播的小麦却可保持一定的增产^[10]。同时, 晚播可以有效抑制病虫害危害, 节约水资源, 因而近年来晚播小麦种植面积有扩大趋势。晚播小麦与传统播期小麦相比, 有其自身的生理特点和生育特性^[11]。谢家琪等研究认为, 随播种期的推迟, 小麦产量先升高后降低, 并建议适宜晚播期为 10 月中下旬^[12]。我国南北纬度差异较大, 光温资源各不相同, 这就决定了各地小麦适宜晚播期也不尽相同。

叶片是作物光合作用的主要器官, 小麦产量的 80% 以上决定于花后功能叶片的光合产物积累。王

敏等、张玲丽等研究认为,穗粒数、穗粒质量及籽粒产量均与灌浆后期旗叶的叶绿素含量呈显著或极显著正相关^[13-14]。NR 是植物体内硝酸盐同化过程中的限速酶,在氮代谢中起重要作用^[15]。植物体内 NR 活性的高低,直接影响到土壤中无机氮的利用率,从而对作物的产量和品质产生影响^[16]。本研究表明,晚播对叶片 NR 活性的影响主要表现在生育前期,对叶片叶绿素含量的影响主要表现在中期,籽粒进入灌浆期之后,各播期处理之间叶片生理性状的差异减小。

从地上部单茎干物质积累量来看,T₁播期处理的单茎干物质积累量相对较高。由于晚播缩短了生育期,T₄处理的单茎干物质积累量尽管在生育后期增加迅速,但其绝对积累量仍较低。就产量性状来看,播期推迟,麦株生长的生育期尤其是幼穗分化时间缩短,直接影响到穗粒数和粒质量。播期推迟,尽管增加了播量,但其成穗数亦相对较低,再加上穗粒数和粒质量均较低,因而其产量降低。本研究中,T₁处理的产量最高。由于受前茬夏玉米晚收及天气的影响,该地区冬小麦当年度正常的播期为 10 月 18 日,而此期也正是本研究中的适宜播期。

参考文献:

- [1] 冯刚,徐迅一,姜宪琪,等.暖冬气候对小麦生育的影响及对策[J].作物杂志,1999(6):21-23.
- [2] 董昀,刘成,王映红,等.暖冬气候对小麦生长发育的影响及对策[J].作物杂志,2008(4):95-96.
- [3] 杨胜利,马玉霞,冯荣成,等.豫北地区两类强筋小麦最佳播期及晚播极限研究[J].河南科技学院学报:自然

科学版,2008,36(3):9-13.

- [4] 侯庆福,周福来,单玉珊.小麦独秆栽培法的研究[J].华北农学报,1992,7(3):95-103.
- [5] 陈英惠,王志强.气候变化对冬小麦播期的影响[J].河南气象,2005(1):33-34.
- [6] 苏正淑,张宪政.几种测定叶绿素含量的方法比较[J].植物生理学通讯,1989(5):77-78.
- [7] 华东师范大学生物系植物生理教研组.植物生理学实验指导[M].上海:上海高等教育出版社,1980.
- [8] 唐进,吉剑,李桂云,等.2007-2008 年小麦不同播期播量对产量影响研究[J].安徽农学通报,2008,14(18):23-24.
- [9] 李兰真,汤景华,汤新海,等.不同类型小麦品种播期播量研究[J].河南农业科学,2007(11):38-41.
- [10] 张同兴,刘峰.晚播小麦获得丰产的原因浅析[J].陕西农业科学,2004(6):33-34.
- [11] 钱兆国,丛新军.晚播小麦高产限制因素[J].安徽农业科学,2001,29(3):302-303.
- [12] 谢家琪,李金才,魏凤珍,等.播期对冬小麦籽粒灌浆及产量的影响[J].安徽农业科学,2008,36(13):5349-5352.
- [13] 王敏,张从宇.小麦旗叶性状与产量因素的相关与回归分析[J].种子,2004,23(3):17-19.
- [14] 张玲丽,王辉,孙道杰,等.不同类型高产小麦品种的光合特性研究[J].西北农林科技大学学报,2005,33(3):53-56.
- [15] 何承刚,黄高宝,姜华.氮素水平对单作和间套作小麦玉米叶片叶绿素含量及品质的影响[J].干旱地区农业研究,2004,22(3):32-34.
- [16] May L, Van Sanford D A, Mackown C T, et al. Genetic variation for nitrogen use in soft red and hard red winter wheat populations[J]. Crop Sci, 1991, 31: 626-630.

(上接第 38 页)

- [5] 江力,曹树青,张荣铎.两个品种烟草叶片发育过程中几种光合参数变化的比较[J].植物生理学通讯,2006,42(6):1050-1054.
- [6] 马慧丽,吕德国,秦嗣军,等.寒富苹果叶片发育过程中光合特性的研究[J].安徽农业科学,2007,35(14):4197-4206.
- [7] 孙山,张立涛,杨兴华,等.板栗幼叶展叶过程的反射光谱和叶绿素荧光动力学[J].林业科学,2009,45(4):162-166.
- [8] Force L, Critchley C, van Rensen J J S. New fluorescence parameters for monitoring photosynthesis in plants[J]. Photosynth Res, 2003, 78: 17-33.
- [9] Lazár D. The polyphasic chlorophyll a fluorescence rise measured under high intensity of exciting light[J]. Functional Plant Biology, 2006, 33: 9-30.
- [10] Krause G H, Weis E. Chlorophyll fluorescence and photosynthesis: the basics[J]. Annu Rev Plant Physiol Plant Mol Biol, 1991, 42: 313-349.
- [11] Strasser B J, Strasser R J. Measuring fast fluorescence

transients to address environmental questions: the JIP-test[M]// Mathis P. Photosynthesis: from light to biosphere. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1995: 977-980.

- [12] Strasser R J, Srivastava A, Tsimilir Michael M. The fluorescence transient as a tool to characterize and screen photosynthetic samples[M]// Yunus M, Pathre U, Mohanty P. Probing photosynthesis: mechanism, regulation and adaptation. London: Taylor and Francis Press, 2000: 445-483.
- [13] Strasser R J, Tsimilir Michael M, Srivastava A. Analysis of the chlorophyll a fluorescence transient[M]// Papageorgiou G, Govindjee. Advances in photosynthesis and respiration. Netherlands: KAP Press, 2004: 1-47.
- [14] Jiang C D, Li P M, Gao H Y, et al. Enhanced photo-protection at the early stages of leaf expansion in field grown soybean plants[J]. Plant Sci, 2004, 168: 911-919.
- [15] 李鹏民,高辉远,Strasser J.快速叶绿素荧光诱导动力学分析在光合作用研究中的应用[J].植物生理与分子生物学学报,2005,31(6):559-566.