

播期播量对豫中小麦生长发育及产量的影响

姜丽娜, 赵艳岭, 邵云, 余海波, 贺远, 李春喜*
(河南师范大学 生命科学学院, 河南 新乡 453007)

摘要: 以百农矮抗 58 为材料, 采用裂区试验设计, 探讨了播期播量对豫中生态环境下高产小麦群体与个体生长发育及产量的影响。结果表明, 播期对小麦单茎干物质积累的影响显著, 播量对其影响不显著, 晚播×小播量处理下, 小麦单茎干物质积累量在成熟期表现最高(4.039 g)。播期对小麦群体数量的影响显著, 早播处理下的小麦有效群体最大(700.83×10^4 株/hm²), 晚播处理下的有效群体最小, 但成穗率最高(41.8%), 播量对其影响不如播期明显。播期对小麦籽粒干物质积累有显著影响, 且对灌浆速率的影响远大于播量的影响, 适当晚播有利于灌浆期保持较高的灌浆速率, 提高粒质量。播期对小麦成穗数、穗粒数及产量的影响均达显著或极显著水平, 而播量对产量及产量性状影响不大。综上, 豫中生态环境下, 百农矮抗 58 采用晚播×小播量模式有利于其群体的发育, 获得高产。

关键词: 小麦; 豫中; 播期; 播量; 生长发育; 产量

中图分类号: S512.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-3268(2011)05-0042-05

Influences of Sowing Time and Density on Growth and Yield of Wheat in Mid Henan

JIANG Lina, ZHAO Yanling, SHAO Yun, YU Haibo, HE Yuan, LI Chunxi*
(College of Life Sciences, Henan Normal University, Xinxiang 453007, China)

Abstract: With “AK 58” as experimental materials, influences of sowing time and density on the growth and development of population and individuals of high yield wheat were studied in mid Henan province during 2009–2010. In the experiment, split plot design was used with sowing time in the main plots and sowing density in the subplots. Three sowing dates of earlier time, middle time and later time were separately arranged on 12th October, 19th October, and 26th October. Under each sowing time, three sowing densities were randomly settled, corresponding to basic seedling number of 225×10^4 , 300×10^4 and 375×10^4 seedlings per ha, respectively. The results indicated that sowing time had more influence on dry matter accumulation of single wheat stem than sowing density. In mature period, dry matter accumulation of single stem reached maximum (4.039 g) under the treatment of later sowing time combined with small sowing density. Sowing time had more significant influence on population quantity of wheat than sowing density. The effective population was the largest (700.83×10^4 seedlings per ha) under earlier sowing time, and the least under later sowing time. But the rate of fertile tillers was the highest (41.8%) under later sowing time. The results also showed that sowing time had more significant influence on dry matter accumulation in grains and filling rate of grains than sowing density did. Appropriate later sowing time was beneficial to keep higher filling rate and increased grain weight. The influence of sowing time on ear number, grain number per ear and yield was significant.

收稿日期: 2011-03-09
基金项目: 国家“十一五”科技支撑计划项目(2006BAD02A07-3); 河南省重大科技专项(081100110200)
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
* 通讯作者: 李春喜(1964), 男, 河南封丘人, 教授, 博士, 主要从事作物栽培生理生态研究。E-mail: 13703731637@sina.com

cant, while the influence of sowing density on grain yield and yield characters was less. In conclusion, as far as "AK 58" was concerned, the appropriate seedling mode was later sowing time and small sowing density in mid Henan.

Key words: Wheat; Mid Henan province; Sowing time; Sowing density; Growth and development; Yield

播期、播量是影响小麦生长发育、籽粒产量和品质的主要农艺措施^[1-4]。研究表明,早播容易使小麦越冬前幼穗分化进程加快,在暖冬气候条件下小麦易遭受冻害;晚播则易使小麦前期生长速度减慢,单株平均分蘖少,后期生长速度快,穗小粒少,进而影响产量。郇庆炉等提出了河南省冬小麦的适宜播期,指出在暖冬气候下,无论半冬性品种或是春性品种,播期均不宜过早^[5]。

由于生态环境、品种特性及年际间气温变化的差异,在确定小麦适播期时应不同情况不同分析。该区降水量在年际间和生物时段间分布不均,需要通过灌溉补充水分以满足小麦的生长发育,因而亦称为补灌区^[5]。本研究立足豫中区的生态条件,探讨播期、播量对半冬性小麦百农矮抗 58 群体、个体生长发育以及产量的影响,以期对豫中区小麦高产简化栽培提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 供试材料及试验设计

供试小麦(*Triticum aestivum* L.)为半冬性中熟品种百农矮抗 58,由河南科技学院提供。

试验于 2009–2010 年在漯河市农业科学院试验地进行。该地属于暖湿性季风气候,冬季寒冷干燥,夏季高温多雨。小麦全生育期日均温为 10.7℃,≥0℃积温为 2310.1℃,日照时数 2796.5h,降雨量为 160mm。土壤为砂姜黑土,0–20cm 土层含有机质 18.6g/kg,全氮 1.34g/kg,速效氮 61.25mg/kg,速效磷 6.46mg/kg,速效钾 207.77mg/kg,土壤 pH 6.66。

试验采用裂区设计,主区为播期处理,设置 3 个水平: T₁(10 月 12 日)、T₂(10 月 19 日)、T₃(10 月 26 日);副区为播量处理,设置 3 个水平: D₁(225 × 10⁴ 株/hm²)、D₂(300 × 10⁴ 株/hm²)、D₃(375 × 10⁴ 株/hm²),3 次重复。各处理小区面积 24m²(3m × 8m),每小区播种 15 行,行距 20cm。基施复合肥(15:15:15)800kg/hm²,硫酸锌 30kg/hm²,拔节期结合浇水追施尿素 150kg/hm²。其他管理同常规高产田,2010 年 6 月 12 日成熟收获。

1.2 调查指标

齐苗后,每小区固定 1 个 2m² 长势均匀的样段,

调查群体动态,并取样测定单茎干物质积累量。进入抽穗期,每小区标记同一天抽穗、开花的单茎,于花后 7、14、21、28、35d 取标记麦穗 10 个,105℃杀青 30min,80℃烘干至恒定质量,测定籽粒干物质积累量,并计算籽粒灌浆速率。籽粒成熟时,每小区取 3m² 生长均匀的样段,人工收割,小型脱粒机脱粒,风干后测产,同时进行常规室内考种。

1.3 数据分析

采用 Excel 软件和 SPSS 数据分析软件进行分析。

2 结果与分析

2.1 播期、播量对小麦单茎干物质积累的影响

随生育期的推进,小麦单茎干物质积累量呈“慢–快–慢”上升的趋势(图 1),播期对单茎干物质积累的影响大于播量。2010 年 4 月 23 日之前,播期对小麦单茎干物质积累量的影响表现为 T₁ > T₂ > T₃,说明生育前期随着播期的推迟,小麦单茎干物质的积累呈降低趋势;2010 年 5 月 11 日之后,播期对小麦单茎干物质积累量的影响表现为 T₃ > T₁ > T₂,且 3 个播期在成熟期(2010-06-12)的差异达显著水平($P < 0.05$),其中 T₃ 处理与 T₂ 处理差异达到极显著水平($P < 0.01$)。播量对单茎干物质积累也有一定的影响,D₁ 处理下小麦单茎干物质积累量在各时期均表现较高,说明增加播量并没有促进植株干物质的积累。成熟期各处理以 T₃D₁ 处理单茎干物质积累量最大(4.039g),T₃D₁ 和 T₃D₂ 两处理下,植株单茎干物质积累量均显著高于 T₂D₂ 处理($P < 0.05$)。

2.2 播期、播量对小麦群体数量的影响

由表 1 可以看出,T₁ 处理下,小麦群体主要在冬前形成,春季有少部分分蘖;T₂ 处理的群体发展比较平稳,冬前达到最高群体的 51%,春季继续分蘖;T₃ 处理的群体主要在春季形成,冬前分蘖少或基本无分蘖。不同播期冬前群体差异表现为播期越早群体越大,说明早播有利于冬前群体生长发育,方差分析结果表明,T₁、T₂ 播期下的冬前群体数极显著高于 T₃ 播期($P < 0.01$)。T₁ 处理的最高群体与成穗数最大,T₂ 处理次之,T₃ 处理虽然最小,但成

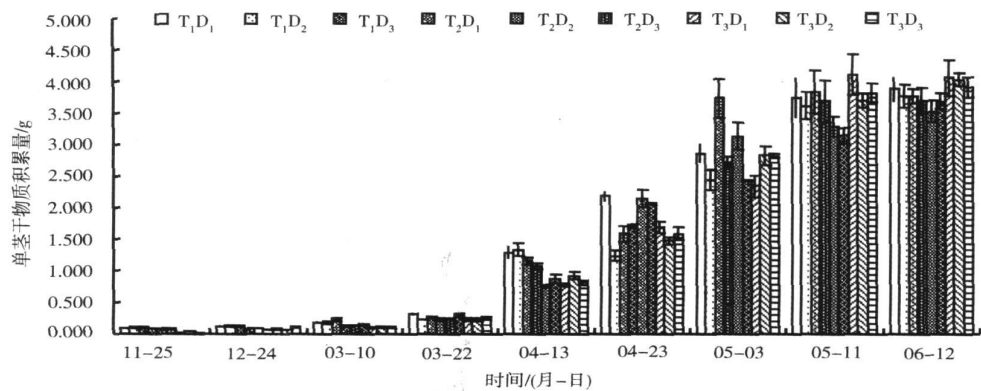


图 1 播期、播量对小麦单茎干物质积累的影响

表 1 不同播期、播量下小麦群体数量的差异

处理	基本苗/ ($\times 10^4$ 株/hm ²)	冬前群体/ ($\times 10^4$ 株/hm ²)	最高群体/ ($\times 10^4$ 株/hm ²)	成穗数/ ($\times 10^4$ 穗/hm ²)	成穗率/%
T ₁ D ₁	225	1 105.00	1 848.33	691.67	37.4
T ₁ D ₂	300	1 253.33	2 506.67	670.83	26.8
T ₁ D ₃	375	1 673.33	1 915.00	740.00	38.6
T ₂ D ₁	225	818.33	1 785.00	644.17	36.1
T ₂ D ₂	300	1 173.33	1 997.50	712.50	35.7
T ₂ D ₃	375	1 083.33	2 258.33	667.50	29.6
T ₃ D ₁	225	333.33	1 448.33	625.00	43.2
T ₃ D ₂	300	371.67	1 450.00	615.83	42.5
T ₃ D ₃	375	405.00	1 566.67	621.67	39.7

穗率最高。分析认为,播期较早的环境温度高,温光条件比较优越,越冬前分蘖旺盛,冬后又迎来了分蘖第二盛期,所以群体数量大,但由于群体数量过大,导致个体发育不良,同时该年度春季发生了“倒春寒”现象,连续的低温与阴雨,早播的小麦冻害较为严重,无效分蘖多,所以最终成穗率不高。

同一播量下,随着播期的延迟,小麦成穗率呈上升趋势,同一播期下,T₂、T₃处理的成穗率随着播量的增加呈下降趋势;T₁处理下播量对成穗率的影响表现为D₃>D₁>D₂。总体来看,T₁D₃处理的成穗数最高,为740×10⁴株/hm²,而T₃D₁处理的成穗率表现最高(43.2%)。

2.3 播期、播量对小麦籽粒灌浆特性的影响

2.3.1 播期、播量对小麦籽粒干物质积累的影响

播期、播量对小麦籽粒干物质积累的影响如图2所示。随籽粒灌浆的进行,小麦籽粒干物质积累过程呈“慢-快-慢”的“S”形递增趋势。方差分析结果表明,播期对小麦籽粒干物质积累有显著影响,而播量对小麦籽粒干物质积累的影响较小。花后7d与花后14d,籽粒干物质积累量表现为T₁>T₂>T₃,处理间差异均达到极显著水平(P<0.01);花后21d,T₁处理的籽粒干物质积累量最大,与T₂、T₃差异极显著(P<0.01);花后28d,籽粒干物质积累

量表现为T₁>T₃,处理间差异达显著水平(P<0.05);花后35d,灌浆基本完成,此时各播期处理间差异不显著。

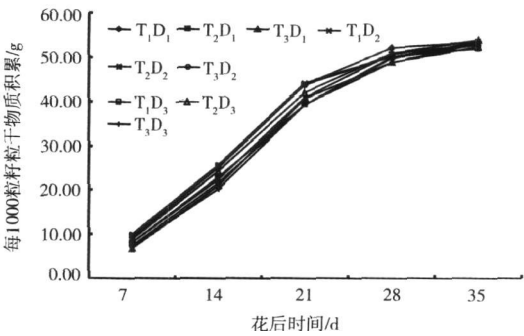


图 2 播期、播量对小麦籽粒干物质积累的影响

2.3.2 播期、播量对小麦籽粒灌浆速率的影响 如图3所示,随着灌浆进程的发展,籽粒灌浆速率呈现先升后降的趋势,各处理均于花后21d达到最大。花后7d,各处理灌浆速率表现为T₁>T₂>T₃,D₁<D₂<D₃;花后14d,灌浆速率表现为T₁>T₂>T₃,同一播期下,各播量处理之间差异不明显;花后21d,籽粒灌浆速率均达到峰值,T₃播期处理下籽粒灌浆速率明显加快,表现为T₃>T₁>T₂,各个播量处理间的差异不明显;花后28d,各处理灌浆速率急

剧下降, T_1 处理下的降幅明显大于 T_2 和 T_3 , D_3 处理下的降幅大于 D_2 和 D_1 ; 花后 35d, 各处理灌浆速率进一步降低, 表现为 $T_3 > T_2 > T_1$, D_1 、 D_2 、 D_3 处理灌浆速率几乎相等。综合来看, 播期对籽粒灌浆速率的影响远大于播量, 适当晚播有利于灌浆后期保持较高的灌浆速率, 提高籽粒质量。

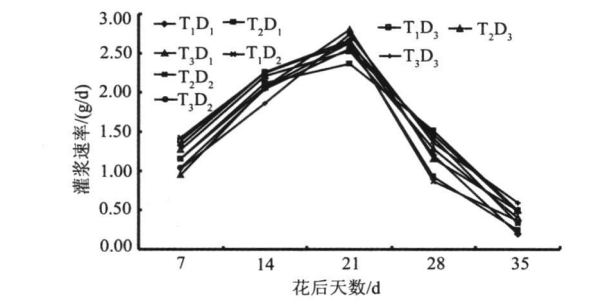


图 3 播期、播量对小麦籽粒灌浆速率的影响

2.4 播期、播量对小麦产量及产量性状的影响

2.4.1 播期对小麦产量及产量性状的影响 播期对小麦产量及产量性状的影响如表 2 所示。随着播期的延迟, 小麦成穗数逐渐减少, T_1 与 T_3 处理间的差异达到极显著水平, 说明早播有利于穗数的形成。从穗粒数来看, T_3 处理极显著高于前 2 个播期 ($P < 0.01$)。播期对千粒重的影响未达显著水平。

表 2 播期对小麦产量及产量性状的影响

处理	成穗数/ ($\times 10^4$ 穗/ hm^2)	穗粒数/ 粒	千粒重/ g	产量/ (kg/hm^2)
T_1	700.83aA	34.67bB	52.69aA	8263.37abA
T_2	674.72aAB	34.11bB	53.43aA	7737.43bA
T_3	620.83bB	37.89aA	52.73aA	8641.17aA

注: 小写字母表示 0.05 水平的差异显著性, 大写字母表示 0.01 水平的差异显著性。下同

表 4 播期 \times 播量对小麦产量及产量性状的影响

处理	成穗数/($\times 10^4$ 穗/ hm^2)	穗粒数/粒	千粒重/g	产量/(kg/hm^2)
$T_1 D_1$	691.67abcAB	36.33abcAB	53.43aA	8178.20bB
$T_1 D_2$	670.83abcAB	33.67cB	52.75aA	8489.31abAB
$T_1 D_3$	740.00aA	34.00bcB	51.88aA	8122.63bB
$T_2 D_1$	644.17bcAB	35.67abcAB	53.44aA	7239.27cC
$T_2 D_2$	712.50abAB	33.33cB	53.07aA	8578.21abAB
$T_2 D_3$	667.50abcAB	33.33cB	53.79aA	7394.81cC
$T_3 D_1$	625.00cAB	39.00aA	52.23aA	8939.34aA
$T_3 D_2$	615.83cB	37.33abAB	53.00aA	8594.87abAB
$T_3 D_3$	621.67cAB	37.33abAB	52.96aA	8389.31bAB

3 结论与讨论

确定适宜的播期、播量, 提高以行内植株分布均

从最终产量来看, T_3 处理产量最高, 为 $8641.17\text{kg}/\text{hm}^2$, 而 T_2 处理产量最低, 仅为 $7737.43\text{kg}/\text{hm}^2$, 且二者的差异达到了显著水平。

2.4.2 播量对小麦产量及产量性状的影响 播量对小麦成穗数、穗粒数、千粒重的影响差异水平均未达到显著水平(表 3)。从最终产量结果来看, 以 D_2 处理产量最高, 为 $8554.13\text{kg}/\text{hm}^2$, 而 D_3 处理产量最低, 仅为 $7968.91\text{kg}/\text{hm}^2$, 二者之间差异显著 ($P < 0.05$), 这说明增加播量并没有促进最终产量的提高。

表 3 播量对小麦产量及产量性状的影响

处理	成穗数/ ($\times 10^4$ 穗/ hm^2)	穗粒数/ 粒	千粒重/ g	产量/ (kg/hm^2)
D_1	653.61aA	37.00aA	53.03aA	8118.93abA
D_2	666.39aA	34.78aA	52.94aA	8554.13aA
D_3	676.39aA	34.89aA	52.88aA	7968.91bA

2.4.3 播期 \times 播量对小麦产量及产量性状的影响

在各处理中, 以 $T_1 D_3$ 的成穗数最高(表 4), 与 $T_2 D_1$ 、 $T_3 D_1$ 、 $T_3 D_2$ 、 $T_3 D_3$ 处理差异显著 ($P < 0.05$), 与 $T_3 D_2$ 处理差异极显著 ($P < 0.01$)。各处理以 $T_3 D_1$ 的穗粒数最多, 与 $T_1 D_2$ 、 $T_1 D_3$ 、 $T_2 D_2$ 、 $T_2 D_3$ 处理差异极显著 ($P < 0.01$)。籽粒千粒重在各处理间差异不显著。从最终产量看, $T_3 D_1$ 处理产量最高, 为 $8939.34\text{kg}/\text{hm}^2$, 与 $T_1 D_1$ 、 $T_1 D_3$ 、 $T_2 D_1$ 、 $T_2 D_3$ 、 $T_3 D_3$ 处理差异显著 ($P < 0.05$), 与 $T_1 D_1$ 、 $T_1 D_3$ 、 $T_2 D_1$ 、 $T_2 D_3$ 处理差异极显著 ($P < 0.01$)。从 $T_3 D_1$ 的产量与产量性状之间的关系来看, 穗粒数对产量的贡献最大。

匀度为核心的播种质量, 是创造优良群体的前提^[7]。本试验结果表明, 播期对小麦单茎干物质积累、籽粒灌浆的影响大于播量对其的影响。有研究表明^[8-9],

干物质积累和分配与经济产量有密切关系,花前作物生长的加快和干物质的迅速积累可以大幅度提高籽粒产量,本试验中, T₃D₁ 处理的单茎干物质在花前迅速积累并在成熟期达到各处理的最大值,证实了此研究;中后期籽粒干物质积累速度的快慢比前期对粒质量的增加影响更大,此结论与阴卫军^[10]等的研究结果一致,说明适当晚播有利于灌浆期保持较高的灌浆速率,提高粒重。然而本研究也发现,随着播期的推迟,群体的成穗数减少,穗粒数明显增高,播期对千粒重影响不大,且播量对小麦生长发育的影响小于播期,这与薛香等^[11]和 Reilly 等^[12]的研究结果不太一致,初步认为可能是因为地域、气候条件、土壤类型等不同造成的,还有待进一步分析。

百农矮抗 58 属半冬性多穗型中熟品种,本研究结果表明,该品种在豫中(漯河)的适播期为 10 月 26 日左右,适宜播种密度在 $(225 \sim 300) \times 10^4$ 株/hm²。 375×10^4 株/hm² 与 300×10^4 株/hm² 对产量的影响达显著水平,说明该品种不适合大播量种植。

2009–2010 年小麦生育期内,冬前降温早,冬季气温平稳,春季气温回升慢,小麦抽穗扬花后降雨比较适宜,光照充足,温度适宜,灌浆期、成熟期延长。该种气候条件并不同于该地区常年一般的气候条件,因此,对当地正常年份百农矮抗 58 的最佳播期、播量的探索,还有待于进一步研究。

参考文献:

[1] 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): 23–25.

[2] 郭天财,查菲娜,马冬云,等. 种植密度对两种穗型冬小麦品种干物质和氮素积累、运转及产量的影响[J]. 华北农学报, 2007, 22(6): 152–156.

[3] 李宁,翟志席,李建民,等. 播种期和密度对不同穗型小麦品种荧光动力学参数及产量的影响[J]. 华北农学报, 2009, 24(增刊): 199–204.

[4] 金善宝. 中国农业百科全书(作物卷)[M]. 北京: 中国农业出版社, 1994: 620–621.

[5] 郜庆炉,薛香,梁云娟,等. 暖冬气候条件下调整小麦播种期的研究[J]. 麦类作物学报, 2002, 22(2): 46–50.

[6] 何守法,董中东,詹克慧,等. 豫中补灌区主要气候因子对小麦产量的影响[J]. 河南农业科学, 2009(7): 47–53.

[7] 胡廷积. 小麦生态与生产技术[M]. 郑州: 河南科学技术出版社, 1986: 165–178.

[8] 李文雄,曾寒冰. 春小麦植株干物质积累、分配和调节的研究[J]. 北京农学院学报, 1998, 3(2): 43–54.

[9] Gan Y T, Stobbe E H. Seedling vigor and grain yield of roblin wheat affected by seed size[J]. Agronomy Journal, 1996, 88(3): 456–460.

[10] 阴卫军,刘霞,倪大鹏,等. 播期对优质小麦籽粒灌浆特性及产量构成的影响[J]. 山东农业科学, 2005(5): 16–22.

[11] 薛香,郜庆炉,高平. 播期和密度对百农矮抗 58 产量及产量构成因素的影响[J]. 农业科技通讯, 2010, (3): 45–47.

[12] Reilly J, Tubiello F, Mccarl B, et al. US agriculture and climate change: new results[R]. 2003, 57: 43–69.