

不同播期对豫东地区小麦产量性状的影响

韩同进^{1,2}, 郭 灿^{1,2}, 张修引^{1,2}, 连少英¹, 刘红杰^{1,2}, 任德超^{1,2},

倪永静^{1,2}, 牛吉山³, 史国礼¹

(1. 商丘市农林科学院, 河南 商丘 476000; 2. 河南省小麦春季冻害鉴定工程技术研究中心, 河南 商丘 476000;

3. 河南农业大学, 河南 郑州 450000)

摘要:为进一步明确小麦产量及其相关性状与播期的关系,选育适播期广的小麦新品种,为豫东地区小麦生产提供保障。研究选择了6个小麦品种,分别在2020~2021年和2021~2022年在商丘市农林科学院双八基地进行了为期两年的播期对小麦产量及其产量性状影响的试验。研究发现播期和品种对小麦产量具有显著影响。播期对株高、最高群体、667 m²穗数、成穗率和千粒重也有显著影响;千粒重和产量均在T2播期(10月15日)达到最高,且显著高于其它播期。6个参试品种中,尚农6在不同播期下其株高、667 m²穗数、千粒重成穗率和产量均表现最好。

关键词:小麦产量;播期;尚农6

中图分类号:S512.101 **文献标识码:**A **文章编号:**0488-5368(2024)05-0043-05

Effects of Different Sowing Dates on Wheat Yield Traits in Eastern Henan

HAN Tongjin^{1,2}, GUO Can^{1,2}, ZHANG Xiuyin^{1,2}, LIAN Shaoying¹, LIU Hongjie^{1,2},

REN Dechao^{1,2}, NI Yongjing^{1,2}, NIU Jishan³, SHI Guoli¹

(1. Shangqiu Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Shangqiu, Henan 476000, China;

2. Engineering Research Center of Wheat Spring Frost Damage Identification of Henan Province, Shangqiu, Henan 476000, China;

3. Henan Agricultural University, Zhengzhou, Henan 450000, China)

Abstract: To elucidate the relationship between wheat yield and sowing date, new wheat varieties with broad suitable sowing dates were selected to ensure wheat production in the eastern region of Henan. Six wheat varieties were selected and a two-year experiment was conducted from 2020 to 2021 and 2021 to 2022 at the Shuangba Base of Shangqiu Academy of Agriculture and Forestry, assessing the effects of sowing dates on wheat yield and yield traits. The results indicated that sowing date and different varieties had a significant effect on wheat yield. The sowing dates also had a significant effect on plant height, highest population, number of ears per 667 m², percentage of mature ears, and 1 000-grain weight; 1 000-grain weight and yield reached their highest at T2 sowing date (October 15th), and were significantly higher than other sowing dates. Among the six varieties tested, 'Shangnong 6' has the highest plant height, ear number per 667 m², 1 000-grain heavy ear rate and yield under different sowing periods.

Key words: Wheat yield; Sowing date; Shangnong 6

小麦作为我国三大粮食作物之一,其产量和品质对我国粮食安全和经济健康发展有重要的影响意义。随着人口的日益增多、全球环境问题日益严

重、国际局势动荡频繁,保障小麦产量稳中有增是中国特色粮食安全之路的健康发展的重要前提。然而,在过去的十年里,全球小麦产量的增长率在

收稿日期:2023-09-18 修回日期:2023-10-16

基金项目:国家自然科学基金面上项目(32171972);国家小麦产业技术体系(CARS-03-31)。

第一作者简介:韩同进(1980-),男,助理研究员,本科,学士,主要从事作物育种与栽培研究。

通信作者:倪永静。

0.5%到1.0%之间,远低于所需^[1]。在过往的研究中发现,小麦籽粒产量是受多种基因控制的典型数量性状,不仅受外界生态条件、生产水平因素的制约,株高、收获指数、总生物量、有效分蘖数、穗粒数、穗长、穗粒数、千粒重、穗粒重等农艺性状;冠层温度、叶绿素含量、光合速率、水溶性碳水化合物等生理性状对小麦产量有重要影响作用^[2]。此外,也有研究表明,播期是影响小麦产量及产量构成三要素的重要因素^[3],也有学者表明播期对小麦的全生育期都有不同程度影响,包括其生殖生长、营养生长以及小麦的抗逆性^[4-6]。商丘市地处豫东平原,土壤肥沃,是国家粮食生产核心示范区,也是重要

的小麦产区。即使在分子标记技术迅猛发展的今天,针对播期对小麦产量及其构成因素和小麦生育期的生理性状研究,对指导豫东地区小麦播种工作及黄淮南片小麦未来育种策略有重要现实意义。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验于2020年10月至2022年6月连续两个生长季在河南省商丘市梁园区商丘市农林科学院试验基地(34°54'N,115°72'E)进行。图1为试验地气象条件。

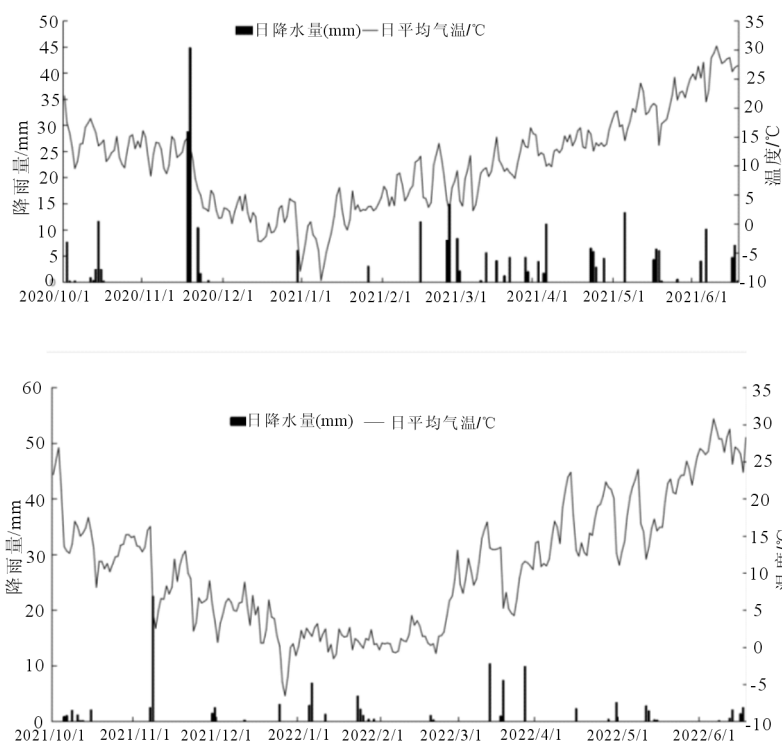


图1 2020~2022年小麦生长季气温及降水量

1.2 试验设计

试验采用随机区组设计,设10月8日(早期播种:T1)、10月15日(适期播种:T2)和10月29日(晚播:T3)3个播期。采用精量机条播,等行距种植(23.3 cm),中等肥力,浇水条件良好,前茬作物为玉米。基肥为750 kg/hm²复合肥(N:P:K=26:15:7),其它田间管理同一般高产大田,于次年6月11日收获。

1.3 试验品种

试验品种选用周麦22、泛麦8号、新麦26、尚农6、兰考198和郑麦113。其中,周麦22、新麦26和郑麦113分别在2007年、2010年和2019年通过国审的优质品种;泛麦8号、尚农6和兰考198

均为豫审品种。

1.4 性状调查和测定

1.4.1 株高 收获前每个小区测两个具有代表性的区域,从植株基部量到穗顶(不包括芒)。

1.4.2 最高群体 于小麦拔节期调查最高群体。每小区取1 m²具有代表性的区域进行茎蘖数的定点调查,并计成穗率(成穗率=667 m²穗数/最大茎蘖数×100%)。

1.4.3 产量指标测定 于小麦收获前每小区选取1 m双行的小麦植株统计其穗数;选取具有代表性的10穗进行穗粒数的调查;产量数据由小区收获完成后,测定含水量,然后换算成13%的标准含水量计算获得;千粒重由成熟后每个播期每份材料,

脱粒、晾晒,随机选取部分完整籽粒利用万深考种仪自动测量籽粒相关性状。

1.5 统计与分析

使用 Excel 进行统计分析,利用 SPSS 25 对籽粒的性状值进行相关分析和制图。

2 结果与分析

2.1 播期与品种的方差性分析

从表 1 可知,品种和播期对产量的 F 值分别为 12.018 和 36.39, sig 值分别为 0.000 003 和 1.63E-08,均小于 0.01,检验结果达到极显著,说明品种和播期对小麦的产量影响极大。

表 1 品种和播期对小麦产量影响的方差分析

源	平方和	自由度	均方	F	Sig (显著性)
品种	9 463.272	5	1 892.654	12.018	0.000 003
播期	1 1461.696	2	5 730.848	36.39	1.63E-08

$$R^2 = 0.782$$

2.2 各个品种在不同播期和年份下各个性状的表现

不同品种的产量性状见表 2,多个性状存在显著差异。6 个品种株高的顺序为:郑麦 113>兰考 198>新麦 26>周麦 22>泛麦 8 号>尚农 6,且尚农 6 与其它品种株高的差异达到显著水平;最高群体的顺序为郑麦 113>尚农 6>泛麦 8 号>新麦 26>兰考 198>周麦 22,6 个品种最高群体差异未达到显著水平;667 m² 穗数的顺序为:尚农 6>郑麦 113>泛麦 8 号>兰考 198>新麦 26>周麦 22,

尚农 6 的 667 m² 穗数与另外 5 个品种的 667 m² 穗数差异达到显著水平;成穗率的顺序为:尚农 6>兰考 198>泛麦 8 号>新麦 26>郑麦 113>周麦 22,各个处理间的差异未达到差异水平;穗粒数的顺序为:兰考 198>新麦 26>泛麦 8 号>周麦 22>尚农 6>郑麦 113,且兰考 113 与另外 5 个品种的差异均达到显著水平;千粒重的顺序为:尚农 6>郑麦 113>周麦 22>泛麦 8 号>兰考 198>新麦 26,且尚农 6 与另外 5 个品种的差异均达到显著水平;产量的顺序为:尚农 6>兰考 198>泛麦 8 号>周麦 22>郑麦 113>新麦 26,且尚农 6 的产量与郑麦 113 和新麦 26 的产量差异达到显著水平。说明,各个品种间株高、667 m² 穗数、穗粒数、千粒重和产量有显著差异,而最高群体和成穗率的差异未达到显著水平,尚农 6 在株高、667 m² 穗数、成穗率、千粒重和产量均表现最好。

对所试品种多个性状的变异系数分析,株高的变异系数最高的品种为泛麦 8 号,最小的为郑麦 113;最高群体的变异系数最高和最低的品种分别为郑麦 113 和兰考 198;667 m² 穗数的变异系数最高和最低的品种为郑麦 113 和周麦 22;成穗率的变异系数最高和最低的品种为郑麦 113 和兰考 198;穗粒数的变异系数最高和最低的品种为新麦 26 和兰考 198;千粒重的变异系数最高和最低的品种为泛麦 8 号和新麦 26;产量变异系数最高和最低的品种分别为泛麦 8 号和郑麦 113。兰考 198 在不同播期下,最高群体、成穗率和穗粒数的一致性上均表现最优。

表 2 各品种小麦产量及相关性状的变异系数分析

品种	性状	平均值	最小值	最大值	变异系数/%
周麦 22	株高/cm	79.92a	76.5	82.5	3.77
泛麦 8 号		78.83a	73.5	82	5.45
新麦 26		81.92a	78	85.5	4.58
尚农 6		74.75b	70.5	78	5.03
兰考 198		82a	78.5	85.5	4.27
郑麦 113		83.08a	80.5	85.5	3.01
周麦 22	最高群体(株/667m ²)	100.78a	86.3	115.7	12.27
泛麦 8 号		103.47a	88.4	122.3	12.02
新麦 26		103.2a	94.7	115.5	7.83
尚农 6		109.42a	96.7	116.7	7.1
兰考 198		102.15a	92.8	112.5	6.67
郑麦 113		112.47a	92.4	133.7	14.34
周麦 22	667m ² 穗数/个	38.75c	36.5	42.5	5.41
泛麦 8 号		42.68b	39.7	44.6	6.41
新麦 26		42.38b	39.5	45.7	7.41
尚农 6		46.32a	43.6	48.7	8.41

续表 2 各品种小麦产量及相关性状的变异系数分析

品种	性状	平均值	最小值	最大值	变异系数/%
兰考 198	成穗率/%	42.52b	39.9	43.8	9.41
郑麦 113		43.73b	42.7	44.9	10.41
周麦 22		38.93a	32.16	44.15	12.84
泛麦 8 号		41.67a	34.75	45.82	10.51
新麦 26		41.3a	35.24	46.07	10.41
尚农 6		42.49a	37.98	47.78	7.82
兰考 198	穗粒数(粒/穗)	41.77a	37.75	45.8	7.28
郑麦 113		39.57a	31.94	46.54	14.45
周麦 22		34.8c	31.9	37.4	5.59
泛麦 8 号		37.9b	35	40	4.56
新麦 26		38.53b	35.5	43	8.34
尚农 6		34.77c	31.9	38.4	6.69
兰考 198	千粒重/g	42.6a	40.6	44.7	3.27
郑麦 113		32.2c	30	34.1	4.91
周麦 22		44.85b	42.5	47.3	4.19
泛麦 8 号		44.52b	41.9	47.5	5.22
新麦 26		41.35c	39.3	43.8	3.84
尚农 6		48.82a	46.4	52.8	4.6
兰考 198	产量(kg/667 m ²)	43.32c	40.5	46.8	5.36
郑麦 113		45.92b	42.8	48.3	4.67
周麦 22		540.9ab	505.7	579.2	5.37
泛麦 8 号		541.32ab	501.7	574.2	5.53
新麦 26		513.93b	481.9	542.7	4.61
尚农 6		556.93a	531.3	588.7	3.88
兰考 198		548.72ab	529.7	569.6	3.05
郑麦 113		515.07b	499.5	532.3	2.19

注:同一列不同小写字母表示处理间存在显著差异($P < 0.05$)。

2.3 不同播期对小麦生理性状及产量因素的影响

不同播期处理下小麦产量及相关因素见表 3,各个播期下小麦株高的顺序为 $T1 > T2 > T3$,其中 $T3$ 处理下的株高与 $T2$ 和 $T3$ 处理下的株高差异达到显著水平,而 $T1$ 和 $T2$ 处理下株高的差异未达到显著水平;最高群体的顺序为 $T3 > T2 > T1$,且三个播期的处理间差异均达到显著水平;667 m² 穗数的顺序为 $T3 > T2 > T1$, $T3$ 处理下 667 m² 穗数与 $T2$ 、 $T1$ 处理的 667 m² 穗数的差异达到显著水平,而 $T1$ 、 $T2$ 处理下的 667 m² 穗数差异不显著;成穗率的顺序为 $T3 > T2 > T1$,且三个处理

下差异均达到显著水平;千粒重的顺序为 $T2 > T3 > T1$, $T2$ 处理下的千粒重与 $T3$ 和 $T1$ 处理下的千粒重差异显著,而 $T3$ 和 $T1$ 处理下的千粒重差异未达到显著性水平;穗粒数的顺序为 $T2 > T1 > T3$,各处理间差异均不显著;产量的顺序为 $T2 > T1 > T3$,且 $T2$ 处理下产量与 $T1$ 和 $T3$ 处理下的产量差异达到显著性水平,而 $T1$ 和 $T3$ 处理下产量差异不显著。这说明,播期对株高、最高群体、667 m² 穗数、成穗率、千粒重和产量有显著影响,对穗粒数影响不大。

表 3 不同播期下小麦产量及相关因素表现

播期	株高/cm	最高群体 /(株/667m ²)	667m ² 穗数 /个	成穗率 /%	千粒重 /g	穗粒数 (粒/穗)	产量 (kg/667m ²)
T1	81.67a	93.97c	41.537b	36.51c	43.66b	36.39a	528.62b
T2	81.29a	107.397b	42.17b	41.50b	46.97a	38.52a	560.77a
T3	77.29b	114.387a	44.49a	44.86a	43.76b	35.49a	519.05b

注:同一列不同小写字母表示处理间存在显著差异($P < 0.05$)。

3 讨论与结论

小麦的高产和稳产一直是全球育种家研究和探讨的永恒话题,667 m² 穗数、穗粒数和千粒重的相互协调造就了各种高产品种。在小麦生产过程中,可以通过合理调节播期对小麦的产量、农艺性状进行调节。在本研究中,随着播期的推迟,667 m² 穗数和穗粒数均呈现逐增加的趋势,这是由于在相同的播量下,随着播期推迟显著降低了小麦冬前分蘖数,但是促进了春季分蘖的发生和成穗,提高分蘖成穗率,也增加了群体的穗数,跟前人的研究结果一致,即穗粒数的提高归因于每株穗数的增加^[8]。而千粒重和产量随着播期的推迟呈先增加后减少,在 T2 播期时产量和千粒重最大,这说明本次试验的品种在产量及构成三因素中,千粒重对产量的影响大于 667 m² 穗数和穗粒数,在过往的研究中也大都表明,千粒重的增加是促成产量增加的主要因素^[9,10],在本研究中,尚农 6 在参试品种中表现出优异的千粒重和产量特性。本研究还发现随着播期推迟,株高逐渐降低,这与前人研究一致^[11,12],而且研究认为,小麦的产量的提升,归因于每个穗的籽粒重量增加、植株高度降低和收获系数升高。由于营养器官的缩小,株高降低不仅增强了抗倒伏能力还增强了同化物向生殖器官的运输,提高了收获指数。小麦的高产不仅仅受产量三因素的调控,更受环境因素的显著影响,在一般情况下,随着播期的推迟,受低温和土壤含水量降低的胁迫,小麦的出苗率和产量也会随之降低^[13]。在过去的研究和推广中,为了追求最高的产量往往会增加播量,而实际生产中相同播期条件下,播期对产量的影响因素远大于播量,播量对小麦产量和品质影响不大,播量的提高导致小麦在生育前期即越冬前形成较大的群体,导致密度过大,造成群体结构不合理,植株间水肥竞争大,个体发育不健壮,且生育后期易倒伏^[14,15]。

本研究结果表明,播期对小麦的产量及产量因素均有显著影响。为了获得小麦高产,在商丘地区种植的最适宜播期为 10 月 15 日左右。在所试品种中,尚农 6 在不同播期下其株高、667 m² 穗数、千粒重成穗率和产量均表现最好,并且在 2020~2021 和 2021~2022 年不同播期的的试验中,其平均产量高达 556.93 kg/667 m²,显著高于郑麦 113 和新麦 26。

参 考 文 献:

- [1] R. C. Sharma, J. Crossa, G. Velu, *et al.* Genetic Gains for Grain Yield in CIMMYT Spring Bread Wheat across International Environments[J]. *Crop Science*, 2012, 52(4): 1 522-1 533
- [2] M. J. Foulkes, R. Sylvester-Bradley, R. Weightman, *et al.* Identifying physiological traits associated with improved drought resistance in winter wheat[J]. *Field Crops Research*, 2007, 103(1): 11-24.
- [3] 李豪圣, 宋健民, 刘爱峰, 等. 播期和种植密度对超高产小麦‘济麦 22’产量及其构成因素的影响[J]. *中国农学通报*, 2011, 27(5): 243-248.
- [4] 孙玉镯, 沈玮因, 刘震宇, 等. 不同播期对超强筋小麦新麦 26 产量及抗逆性的影响[J]. *种子科技*, 2021, 39(9): 7-8.
- [5] 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): 1 095-1 102
- [6] 邵庆勤, 闫素辉, 张从宇, 等. 密度对沿淮晚播小麦产量形成及品质性状的影响[J]. *中国生态农业学报*, 2018, 26(9): 1 366-1 377.
- [7] 宋健民, 戴双, 李豪圣, 等. 山东省近年来审定小麦品种农艺和品质性状演变分析[J]. *中国农业科学*, 2013, 46(6): 1 114-1 126.
- [8] Conxita Royo, Fanny álvaro, Vanessa Martos, *et al.* Genetic changes in durum wheat yield components and associated traits in Italian and Spanish varieties during the 20th century[J]. *Euphytica*, 2007, 155(1-2): 259-270.
- [9] Y. Zhou, Z. H. He, X. X. Sui, *et al.* Genetic Improvement of Grain Yield and Associated Traits in the Northern China Winter Wheat Region from 1960 to 2000[J]. *Crop Science*, 2007, 47(1): 245-253.
- [10] Xiaobo W, Panfeng G, Mingming X, *et al.* Genome-wide association study identifies QTL for thousand grain weight in winter wheat under normal- and late-sown stressed environments. [J]. *TAG. Theoretical and applied genetics. Theoretische und angewandte Genetik*, 2020, 134(1): 143-157.
- [11] 周伟, 姜华敏, 徐久飞, 等. 不同播期、播量对济麦 22 号产量及构成因素的影响[J]. *浙江农业科学*, 2017, 58(2): 246-248.
- [12] Canevara M. G., Romani M., Corbellini M., *et al.* Evolutionary trends in morphological, physiological, agronomical and qualitative traits of *Triticum aestivum* L. cultivars bred in Italy since 1900[J]. *Elsevier*, 1994, 3(3): 175-185.
- [13] 裴艳婷, 魏龙雪, 朱金英, 等. 播期与播量配置对济麦 44 产量性状及品质的影响[J]. *河北农业科学*, 2022, 26(6): 43-49.
- [14] 李华英, 代兴龙, 张宇, 等. 播期对冬小麦产量和抗倒性能的影响[J]. *麦类作物学报*, 2015, 35(3): 357-363.
- [15] 杨卫君, 贾永红, 石书兵, 等. 播期和密度对春小麦品种新春 26 号生长及产量的影响[J]. *麦类作物学报*, 2016, 36(7): 913-918.

[1] R. C. Sharma, J. Crossa, G. Velu, *et al.* Genetic Gains for Grain Yield in CIMMYT Spring Bread