

# 播期和播量对小麦临农 4357 生长发育及产量的影响

张 伟<sup>1</sup>, 史晓芳<sup>1</sup>, 逯腊虎<sup>1</sup>, 张 婷<sup>1</sup>, 袁 凯<sup>1</sup>, 雷梦林<sup>2</sup>

(1. 山西农业大学 小麦研究所, 山西 临汾 041000; 2. 山西农业大学 农业基因资源研究中心, 山西 太原 030031)

**摘 要:**以小麦新品种临农 4357 为材料, 采用播期和播量二因素裂区设计, 2021—2023 年在山西省襄汾县燕村试验田研究小麦生育进程、小麦群体构成、籽粒产量及产量构成因素的变化规律, 以明确播期和播量对该品种的群体结构、籽粒产量及产量构成因素的影响。结果表明, 随着播期的推迟, 临农 4357 各生育时期均相应延后, 且全生育期时间有所缩短; 而播量的增减对小麦的生育期则无显著影响。随着播期的推迟, 各生育时期的茎、穗数逐渐减少, 且差异显著; 随着播量的增加, 各生育时期的茎、穗数则显著增加。播期的推迟导致成穗率上升, 而播量的增大则使成穗率下降。在植株形态方面, 播期的推迟使得株高降低, 穗长变短, 结实小穗数减少; 而播量的增大则导致株高增加, 穗长变短, 结实小穗数也减少。不同播期和播量对产量及其构成因素的影响显著或极显著。对于产量构成因素而言, 其影响程度大小依次为播期>播期×播量>播量。临农 4357 的最佳播期为 10 月 7—13 日, 相对应的适宜播量为 195~240 kg/hm<sup>2</sup>。进一步相关性分析结果表明, 千粒质量与籽粒产量之间存在显著正相关关系( $r=0.473$ ), 成穗数与籽粒产量之间则存在极显著正相关关系( $r=0.569$ )。此外, 播量是引起成穗数变化的主要因素, 而播期则是影响穗粒数、千粒质量和籽粒产量变化的主要因素。

**关键词:**冬小麦; 临农 4357; 播期; 播量; 群体性状; 产量

中图分类号: S512.1

文献标识码: A

文章编号: 1002-2481(2024)06-0020-09

## Effects of Sowing Date and Seeding Density on the Growth Development and Yield of A New Wheat Variety Linnong 4357

ZHANG Wei<sup>1</sup>, SHI Xiaofang<sup>1</sup>, LU Lahu<sup>1</sup>, ZHANG Ting<sup>1</sup>, YUAN Kai<sup>1</sup>, LEI Menglin<sup>2</sup>

(1. Institute of Wheat, Shanxi Agricultural University, Linfen 041000, China;

2. Research Center for Agricultural Genetic Resources, Shanxi Agricultural University, Taiyuan 030031, China)

**Abstract:** In this study, Linnong 4357, a new wheat variety approved in Shanxi province in 2021, was used as the material, applying a two-factor split zone design of sowing date and seeding density, the change of the growth process, population composition, grain yield, and yield components of wheat were analyzed in the Yancun experimental field of Xiangfen county, Shanxi province, from 2021 to 2023 to determine the effects of sowing date and sowing density on the population structure, grain yield, and yield components of this variety. The results showed that with the delay of sowing date, all growth periods of Linnong 4357 were delayed, and the overall growth period was shortened. The increase or decrease in seeding density had no effect on the growth period of wheat. As the sowing date was delayed, the number of stems and spikes of each period gradually decreased, and the difference was significant. The number of stems and spikes increased significantly with the increase in seeding density. The rate of spike formation increased with the delay of sowing date but decreased with the increase in seeding density. Delaying the sowing date reduced plant height, shortened spike length, and decreased the number of spikelets. With the increase in seeding density, plant height increased, spike length shortened, and the number of spikelets decreased. Different sowing dates and seeding densities had significant or extremely significant effects on yield and yield components. For yield components, the degree of effect was as the following order: sowing date>sowing date × seeding density>seeding density. The optimal sowing date for Linnong 4357 was from October 7th to 13th, and the corresponding seeding density ranged from 195 to 240 kg/ha. Correlation analysis showed a significantly positive correlation between one-thousand-grain weight and grain yield( $r=0.473$ ), and a extremely significantly positive correlation between the number of spikes and grain yield( $r=0.569$ ). Additionally, the seeding density was the main factor causing changes in spike number, while the sowing date was the main factor influencing grain number per spike, one-thousand-grain weight, and grain yield changes.

**Key words:** winter wheat; Linnong 4357; sowing date; seeding density; population trait; yield

收稿日期: 2024-02-18

基金项目: 中央引导地方科技发展资金——科技成果转化项目(YDZJSX20231C011); 山西省重点研发计划(201903D211004-2)

作者简介: 张 伟(1973-), 男, 山西临汾人, 助理研究员, 主要从事小麦遗传育种研究工作。

通信作者: 逯腊虎(1975-), 男, 山西临汾人, 研究员, 主要从事小麦遗传育种研究工作。

我国是全球最大的小麦消费国和生产国,小麦种植面积占粮食作物总面积 22% 左右<sup>[1]</sup>。小麦是山西的第二大粮食作物,占全国种植面积的 1/30。近年来,由于种植小麦生产成本高,效益低,使全省小麦播种面积减少,制约着小麦生产,依靠小麦新品种提高单位面积产量对保障国家和山西省粮食安全至关重要<sup>[2-3]</sup>。

播期、播量是影响小麦产量的 2 个主要栽培措施<sup>[4-5]</sup>。研究表明,播期和播量不同对同一小麦品种产量及产量性状影响不同<sup>[6-8]</sup>。苏玉环等<sup>[9]</sup>和范家霖等<sup>[10]</sup>研究认为,播期和播量对小麦产量及构成要素均有显著的影响,不同品种适宜的播期和播量不同。张福彦等<sup>[11]</sup>研究发现,小麦播期延迟后,单位面积成穗数和千粒质量显著降低;密度增加后,成穗数相应增加,穗粒数和千粒质量有所降低。陈巧艳等<sup>[12]</sup>研究认为,播期推迟后,小麦成穗数、穗粒数、千粒质量和籽粒产量均逐渐下降。白露等<sup>[13]</sup>研究发现,早播可以提高冬小麦的产量,而晚播能增加弱春性小麦可育小穗数。有关播期和播量对小麦籽粒产量及构成因素的影响研究较多<sup>[14-15]</sup>,但因为地区、品种、播期不同,都需要确定与之相适应的播量<sup>[16-17]</sup>。同一品种不同播期对应不同播量,在生产中才能获得较高的产量。

临农 4357 是由山西农业大学小麦研究所培育的水地型稳产高产小麦新品种<sup>[18]</sup>,目前未见临农 4357 适宜播期播量研究的相关报道。本试验通过研究不同播期和不同播量条件下临农 4357 的籽粒产量和产量性状的变化,确定该品种的适宜播期和播量的最佳效应,充分挖掘小麦新品种临农 4357 的增产潜力,以期对临农 4357 科学栽培及推广应用提供理论依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 试验地概况

试验于 2021—2023 年在山西省襄汾县邓庄镇燕村试验田(35°52′54.7″N, 111°25′18.3″E)实施。试验田常年为玉米小麦轮作,土壤肥力均匀,土壤团粒结构较好。底肥施沤熟猪粪 15 t/hm<sup>2</sup>,小麦专用氮磷钾复合肥 750 kg/hm<sup>2</sup>,春天随浇孕穗水追施 46% 尿素 112.5 kg/hm<sup>2</sup>。小麦生育期间浇越冬水和孕穗水。小麦灌浆初期,将 70% 吡虫啉水分散剂(德国拜耳公司)和亨坤麦黄金水溶肥料(腐植酸≥30%, N+P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>+K<sub>2</sub>O≥200 g/L,河南省双惠农业科技发展有限公司)药肥混合喷施 1 次。

### 1.2 试验材料

供试小麦品种为临农 4357,由山西农业大学小麦研究所培育,于 2021 年通过山西省农作物品种审定委员会审定。

### 1.3 试验设计

采用裂区试验设计,主区为播期:S1.10月1日;S2.10月7日;S3.10月13日;S4.10月19日。副区为播量:D1.150 kg/hm<sup>2</sup>;D2.195 kg/hm<sup>2</sup>;D3.240 kg/hm<sup>2</sup>;D4.285 kg/hm<sup>2</sup>。小区面积 13.3 m<sup>2</sup>(10.0 m×1.33 m),每个小区种植 6 行。随机区组排列,3 次重复。

### 1.4 测定项目及方法

1.4.1 生育进程调查 试验期间,根据农作物小麦品种区域试验技术规程 NY/T 1301—2007<sup>[19]</sup>,按小区整体样方标准达到该生育期 50% 以上,调查记载小麦的出苗、分蘖、返青、拔节、抽穗、开花、成熟等时期。

1.4.2 群体动态调查 在小麦出苗后 3 叶期,每个小区固定 2 m 行长长势均匀的样点,调查记载样点基本苗数;于各个生育期,调查记载总茎数和穗数,计算成穗率。

1.4.3 成熟期株高的测定 成熟时分别按小区 5 点取样法采集样株,测定小麦的株高。

1.4.4 产量构成因素和产量的测定 分别于 2022 年 6 月 13 日和 2023 年 6 月 14 日收获。成熟时在每个小区样段内进行取样,选取小麦 30 穗,调查记载穗长、穗粒数和结实小穗数,按小区实收计产,计算千粒质量和籽粒产量。

1.4.5 各因子(播期、播量、播期×播量)对籽粒产量的作用力 作用力是不同播期播量对籽粒产量构成因素和籽粒产量的贡献大小。计算各因子(播期、播量、播期×播量)对小麦产量和产量结构作用力大小,可为确定播期和播量提供依据,其计算方法参考文献[20]进行。

### 1.5 数据处理

以 2 a 调查和收获计产的原始数据为依据,采用 Excel 2019 处理数据,利用 IBM SPSS Statistics 24.0 软件进行方差分析及其软件中的 Duncan 法进行多重比较。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同播期、播量对临农 4357 生育进程的影响

由表 1 可知,随播期推迟,气温逐渐降低,出苗时长增加,S4 小麦出苗比 S1 小麦出苗多 3.49 d;随

播期推迟,临农 4357 各生育期均相应推迟,全生育期逐渐缩短。S1 小麦全生育期 257.03 d, S4 小麦全生育期 242.04 d, 二者全生育期相差 14.99 d, 不同

播期对临农 4357 的生育进程有一定的影响。播期相同播量不同对小麦生育进程没有影响。

表 1 不同播期、播量下临农 4357 生育进程  
Tab.1 Growth process of Linnong4357 with different sowing date and seeding density

处理 Treatment	播种期/ (月-日) Sowing date	出苗期/ (月-日) Seedling stage	分蘖期/ (月-日) Tillering stage	拔节期/ (月-日) Jointing stage	抽穗期/ (月-日) Heading stage	开花期/ (月-日) Flowering stage	成熟期/ (月-日) Maturity stage	全生育期/d Whole growth period
S1D1	10-01	10-07	10-21	04-03	04-25	04-30	06-14	257
S1D2	10-01	10-07	10-21	04-03	04-25	04-30	06-14	257
S1D3	10-01	10-07	10-21	04-03	04-25	04-30	06-14	257
S1D4	10-01	10-07	10-21	04-03	04-25	04-30	06-14	257
S2D1	10-07	10-13	10-30	04-04	04-26	05-01	06-14	252
S2D2	10-07	10-13	10-30	04-04	04-26	05-01	06-14	252
S2D3	10-07	10-13	10-30	04-04	04-26	05-01	06-14	252
S2D4	10-07	10-13	10-30	04-04	04-26	05-01	06-14	252
S3D1	10-13	10-20	11-08	04-05	04-27	05-02	06-15	247
S3D2	10-13	10-20	11-08	04-05	04-27	05-02	06-15	247
S3D3	10-13	10-20	11-08	04-05	04-27	05-02	06-15	247
S3D4	10-13	10-20	11-08	04-05	04-27	05-02	06-15	247
S4D1	10-19	10-29	11-20	04-06	04-28	05-03	06-16	242
S4D2	10-19	10-29	11-20	04-06	04-28	05-03	06-16	242
S4D3	10-19	10-29	11-20	04-06	04-28	05-03	06-16	242
S4D4	10-19	10-29	11-20	04-06	04-28	05-03	06-16	242

注:同列不同小写字母表示不同处理间在 0.05 水平差异显著。表 2、3、5 同。

Note: Different lowercase letters in the same column indicated significant differences between different treatments at the 0.05 level. The same as Tab.2, 3, 5.

## 2.2 不同播期、播量对临农 4357 茎、穗数的影响

2.2.1 不同播期对临农 4357 茎、穗数的影响 从表 2 可以看出,随播期推迟,整个生育期临农 4357 总茎数、成穗数逐渐降低。方差分析表明,冬前总茎数、春季总茎数、最高茎数不同播期差异显著

( $P < 0.05$ ); 成穗数, S1 与 S2 间差异不显著, S1 与 S3 和 S4 差异显著( $P < 0.05$ ); 成穗率, S1、S2、S3 间差异不显著, 前 3 个播期与 S4 间差异显著( $P < 0.05$ )。成穗率随播期推迟而增加。适期播种有利于成穗数的提高, 而适期晚播有利于成穗率提高。

表 2 不同播期、播量下临农 4357 茎穗数及成穗率  
Tab.2 Numbers of stem and spike, and spike formation rates of Linnong4357 with different sowing date and seeding density

因素 Factor	处理 Treatment	基本苗数/ (万株/hm <sup>2</sup> ) Basic seedling number	茎(穗数)/(万株(穗)/hm <sup>2</sup> ) Number of stems or spikes				成穗率/% Spike formation rate
			冬前茎 Stem before winter	春季茎 Spring stem	最高茎 Highest stem	成穗 Effective spikes	
播期 Sowing date	S1	453.25±15.24a	2 374.25±123.24a	2 419.36±178.21a	2 514.25±254.36a	652.42±17.46a	25.94±6.86b
	S2	426.80±16.85b	2 162.58±126.54b	2 232.26±169.74b	2 334.50±249.27b	698.75±18.24a	29.93±7.31b
	S3	406.73±16.34b	1 805.42±124.56c	2 086.25±172.53c	2 110.83±248.67c	682.58±19.47b	32.34±7.83b
	S4	392.33±15.64c	1 223.50±128.23d	1 406.55±159.24d	1 501.25±258.46d	639.67±20.27c	42.61±7.84a
播量 Seeding density	D1	304.20±19.26d	1 580.67±127.34d	1 668.25±162.45d	1 725.25±251.26d	634.03±19.15d	36.75±7.62a
	D2	406.18±20.54c	1 951.83±129.57c	2 096.25±168.34c	2 172.58±264.25c	659.23±18.56c	30.34±7.02b
	D3	496.58±21.32b	2 247.75±130.25b	2 398.25±172.46b	2 468.83±271.34b	695.58±21.24b	28.17±7.83c
	D4	583.25±23.14a	2 751.50±135.26a	2 887.36±182.54a	2 952.16±283.27a	719.25±20.25a	24.36±7.15d

续表 2 不同播期、播量下临农 4357 茎穗数及成穗率  
**Tab.2(Continued) Numbers of stem and spike, and spike formation rates of Linnong4357 with different sowing date and seeding density**

因素 Factor	处理 Treatment	基本苗数/ (万株/hm <sup>2</sup> ) Basic seedling number	茎(穗数)/(万株(穗)/hm <sup>2</sup> ) Number of stems or spikes				成穗率/% Spike forma- tion rate
			冬前茎 Stem before winter	春季茎 Spring stem	最高茎 Highest stem	成穗 Effective spikes	
播期×播量 Sowing dates × seeding density	S1D1	316.47±20.54d	1 606.67±126.49d	1 787.25±178.25d	1 857.25±270.26d	635.25±15.32d	34.20±5.67a
	S1D2	411.57±22.56c	1 912.33±126.74c	2 168.35±176.38c	2 294.65±276.42c	663.26±16.45c	28.90±5.95b
	S1D3	482.54±21.84b	2 358.00±130.25b	2 497.65±184.26b	2 698.25±276.94b	699.30±17.47b	25.92±6.31c
	S1D4	573.67±23.56a	2 738.00±132.47a	2 889.25±180.23a	2 943.45±285.26a	718.45±18.24a	24.41±6.39c
	S2D1	303.33±21.24d	1 283.25±128.26d	1 395.32±168.24d	1 551.03±267.34d	630.67±18.26d	40.66±6.83a
	S2D2	398.25±24.26c	1 636.67±126.48c	1 749.25±170.26c	1 867.35±258.47c	652.07±19.24c	34.92±7.44b
	S2D3	471.69±22.64b	2 015.00±123.97b	2 190.35±180.25b	2 320.25±263.24b	671.33±19.54b	28.93±7.42c
	S2D4	535.25±23.47a	2 325.67±130.24a	2 462.25±184.67a	2 586.20±284.24a	694.45±18.35a	26.85±6.46d
	S3D1	301.36±19.35d	1 156.38±124.36d	1 306.26±168.34d	1 462.25±267.47d	621.53±18.26d	42.51±6.82a
	S3D2	366.25±18.24c	1 384.35±128.27c	1 617.28±171.25c	1 685.67±268.75c	630.67±19.47c	37.41±7.24b
	S3D3	460.45±20.57b	1 803.67±130.26b	1 996.25±176.24b	2 164.36±270.26b	650.26±19.24b	30.04±7.12c
	S3D4	525.33±21.46a	2 055.38±132.42a	2 216.25±179.68a	2 387.67±271.51a	664.53±19.26a	27.83±7.09d
	S4D1	295.35±17.56d	842.38±112.54d	986.35±160.24d	1 132.67±251.34d	564.35±16.57d	49.82±6.59a
	S4D2	356.67±18.24c	1 063.33±122.35c	1 135.26±165.23c	1 294.67±264.65c	574.38±17.91c	44.36±6.77b
	S4D3	435.67±18.95b	1 283.23±124.56b	1 354.25±164.27b	1 482.67±268.23b	604.45±18.26b	40.77±6.81c
	S4D4	505.92±19.26a	1 382.04±128.56a	1 418.36±168.47a	1 590.58±271.24a	620.33±19.36a	39.00±7.14d

2.2.2 不同播量对临农 4357 茎、穗数的影响 由表 2 可知,各生育时期茎、穗数随播量的增加而增多,成穗率随播量增加而降低。方差分析表明,各生育时期不同播量茎、穗数差异显著( $P<0.05$ ),不同播量成穗率差异显著( $P<0.05$ ),播量大成穗数多,成穗率低。说明播量增大,植株群体增多,小麦植株个体变弱,不利于小麦成穗。

2.2.3 不同播期和播量对临农 4357 茎、穗数的影响 从表 2 可以看出,小麦各生育期茎、穗数的变化基本一致,呈现出随播期推迟茎、穗数减少,随播量增大茎、穗数增加的趋势。冬前茎数最多和最少相差 1 483.29 万株/hm<sup>2</sup>,春季茎数最多和最少相差 1 902.90 万株/hm<sup>2</sup>,最高茎数最大和最少相差 1 810.78 万株/hm<sup>2</sup>;成穗数最大和最少相差 154.10 万穗/hm<sup>2</sup>,中后期逐渐缩小。最高总茎数出现在起身期,拔节以后总茎数下降,成熟期公顷穗数最多的和公顷穗数最少的相差较小。方差分析表明,同一播期下,不同播量各生育时期茎穗数差异显著;同一播量,随播期推迟茎穗数减少。同一播期下随播量增大成穗率降低,同一播量随播期推迟成穗率增加。S4D1 处理的成穗率最高(49.82%),S1D4 处理的成穗率最低(24.41%)。

### 2.3 不同播期、播量对临农 4357 株高和穗部性状的影响

2.3.1 不同播期对临农 4357 株高和穗部性状的影响 由表 3 可知,4 个播期随播期推迟株高均有所降低,S1 株高为 81.36 cm,S4 株高为 76.98 cm,二者株高相差 4.38 cm;随播期推迟穗长有所变短,S1 同 S4 穗长相差 0.58 cm;播期推迟结实小穗数减少,S1 结实小穗数最高(18.94),S4 结实小穗数最低(17.95),小穗数相差 0.99 个,播期间株高差异显著( $P<0.05$ )。S1、S2、S3 播期间穗长差异不显著,与 S4 间穗长差异显著( $P<0.05$ )。S1、S2 播期小穗数差异不显著,与 S3 和 S4 间差异显著( $P<0.05$ )。说明晚播后生育进程缩短,不利于穗长和结实小穗数发育。

2.3.2 不同播量对临农 4357 株高和穗部性状的影响 由表 3 可知,播量增大,株高增高,D1 株高最低,D4 株高最高,二者株高相差 5.19 cm;播量增加,穗长变短,D1 穗长为 8.71 cm,D4 穗长为 7.89 cm,D4 比 D1 穗长减少了 0.82 cm;D1 结实小穗数最多,D4 结实小穗数比 D1 减少了 0.91 个。不同播量间处理小麦的株高、穗长、结实小穗数差异显著,说明播量过大株高增高,小麦茎秆弹性减弱,不利于抗倒,也不利于大穗的形成;适宜播量有利于临农

4357 形成壮秆大穗。

表 3 不同播期、播量下临农 4357 成熟期的株高和穗部性状  
Tab.3 Plant height and spike traits of maturity stage of Linynong 4357 with different sowing date and seeding density

因素 Factor	处理 Treat- ment	株高/cm Plant height	穗长/cm Spike length	每穗结实小穗数 Spikelet number per spike
播期 Sowing date	S1	81.36±2.56a	8.76±1.16a	18.94±2.35a
	S2	80.03±2.72b	8.65±1.26a	18.80±2.41a
	S3	78.77±2.81c	8.48±1.35a	18.36±2.38b
	S4	76.98±2.86d	8.18±1.24b	17.95±2.43c
播量 Seeding density	D1	77.44±2.32d	8.71±1.35a	18.74±1.72a
	D2	79.86±2.35c	8.45±1.38b	18.35±1.65b
	D3	81.21±2.49b	8.17±1.45c	18.05±1.75c
	D4	82.63±2.54a	7.89±1.47d	17.83±1.83d
播期×播量 Sowing dates × seeding den- sity	S1D1	77.32±2.38d	8.65±1.45a	18.78±1.76a
	S1D2	78.02±2.45c	8.35±1.48b	18.52±1.78b
	S1D3	79.39±2.46b	8.15±1.52c	18.38±1.82c
	S1D4	80.72±2.52a	8.05±1.57d	18.12±1.85d
	S2D1	77.82±2.42d	8.63±1.46a	18.75±1.82a
	S2D2	78.52±2.46c	8.36±1.52b	18.35±1.86b
	S2D3	79.92±2.49b	8.28±1.53c	18.28±1.84b
	S2D4	80.45±2.52a	8.06±1.58d	18.06±1.87c
	S3D1	77.25±2.45d	8.52±1.45a	18.62±2.79a
	S3D2	78.45±2.46c	8.34±1.46b	18.25±2.76b
	S3D3	79.78±2.48b	8.25±1.49c	18.01±2.67c
	S3D4	80.08±2.49a	8.06±1.52d	17.85±2.81d
	S4D1	77.25±2.52c	8.43±1.49a	18.31±2.76a
	S4D2	78.85±2.54b	8.26±1.51b	17.98±2.74b
	S4D3	79.05±2.57b	8.15±1.52c	17.72±2.69c
	S4D4	80.04±2.62a	8.01±1.56d	17.40±2.72c

2.3.3 不同播期和播量对临农 4357 株高和穗部性状的影响 由表 3 可知,相同播期,播量增加,株高增高,穗长逐渐变短,结实小穗数逐渐减少。S1D4 播期播量下株高最高,而 S4D1 播期播量下株高最低,二者相差 3.47 cm。S1D1 播期播量下穗长最长(8.65 cm),S4D4 播期播量下穗长最短(8.01 cm); S1D1 播期播量下结实小穗数最高(18.78 个),S4D4 播期播量下结实小穗数最少(17.40 个)。同一播期不同播量之间株高、穗长、结实小穗数存在显著差异( $P<0.05$ )。说明适宜的播期播量利于小麦生长,使茎秆粗壮抗倒,利于穗长和结实小穗数的形成。

#### 2.4 不同播期、播量对临农 4357 籽粒产量及产量构成因素的影响

由表 4 可知,对临农 4357 的籽粒产量及产量构

成因素进行方差分析,区组间产量、成穗数、穗粒数、千粒质量的  $F$  值均不显著,说明试验各区组间差异小,土壤地力均匀,试验结果数据可靠。播期对临农 4357 产量、成穗数、千粒质量  $F$  值差异极显著( $P<0.01$ )。播量对临农 4357 成穗数、穗粒数  $F$  值差异极显著( $P<0.01$ )。播期和播量对临农 4357 成穗数  $F$  值差异极显著( $P<0.01$ )。因此,有必要对试验结果进行多重比较。

表 4 临农 4357 产量和产量构成因素的方差分析  
Tab.4 Analysis of variance of yield and yield components of Linnong4357

变量 Variable	F 值 F value			
	籽粒产量 Grain yield	成穗数 Number of spikes	穗粒数 Grain num- ber per spike	千粒质量 1000- grain weight
区组 Sector	0.155	3.717	1.023	0.051
播期 Sowing date	60.424**	1596.622**	1.906	22.191**
播量 Seeding density	2.313	1074.278**	12.014**	7.268*
播期×播量 Sowing date×Seeding density	4.501*	50.357**	4.218*	1.548

注: \*和\*\*分别表示  $P<0.05$  差异显著和  $P<0.01$  差异极显著。表 6 同。

Note: The symbols \* and \*\* indicated the significant difference ( $P<0.05$ ) and the extremely significant difference ( $P<0.01$ ), respectively. The same as Tab.6.

2.4.1 不同播期对临农 4357 籽粒产量及产量构成因素的影响 由表 5 的多重比较发现,随播期推迟,平均籽粒产量先增高后降低,4 个播期中 S2 播期平均产量最高,为 8 998.43 kg/hm<sup>2</sup>,且 S2 与 S3 播期平均产量差异不显著,S2 与 S1 播期平均产量差异显著( $P<0.05$ ),S2 与 S4 播期平均产量差异极显著( $P<0.01$ )。随播期推迟,成穗数先增加后降低,S2 播期成穗数最高,为 698.75 万穗/hm<sup>2</sup>,比 S1、S3 和 S4 播期成穗数分别提高了 46.33 万、16.17 万、59.08 万穗/hm<sup>2</sup>。随播期推迟,穗粒数和千粒质量逐渐减少,S1 播期穗粒数和千粒质量最高,S4 播期穗粒数和千粒质量最低,且差异显著( $P<0.05$ )。说明适期播种有利于籽粒产量和产量构成因素的提高。

2.4.2 不同播量对临农 4357 产量及产量构成因素的影响 从表 5 可以看出,不同播量的产量大小为 D2>D3>D4>D1,D2 播量的产量最高,为 8 989.93 kg/hm<sup>2</sup>,D2 比 D3 增产 10.94%,差异不显著;D2 比 D4 增产 18.35%,差异显著( $P<0.05$ );D2 比 D1 增产 20.93%,二者产量差异显著。不同播量的成穗数从高到低为 D4>D3>D2>D1,D1 播量成穗数最少为 634.03 万穗/hm<sup>2</sup>,D4 播量成穗数最

多,为719.25万穗/hm<sup>2</sup>,二者相差85.22万穗/hm<sup>2</sup>,播量间成穗数差异显著( $P<0.05$ )。不同播量穗粒数从高到低为D1>D2>D3>D4,D1比D4播量穗粒数增加了1.56粒/穗;D1与D2穗粒数差异不显

著,D1与D3和D4穗粒数差异显著。不同播量千粒质量从高到低为D1>D2>D3>D4,D1播量千粒质量比D4播量千粒质量增加1.25g,二者差异显著( $P<0.05$ )。

表5 不同播期、播量下临农4357的籽粒产量及产量构成因素  
Tab.5 Grain yield and its components of Linnong4357 with different sowing date and seeding density

因素 Factor	处理 Treatment	籽粒产量/(kg/hm <sup>2</sup> ) Grain yield	成穗数/(万穗/hm <sup>2</sup> ) Number of spikes	穗粒数 Grain number per spike	千粒质量/g 1000-grain weight
播期 Sowing date	S1	8 864.28±78.26b	652.42±87.46a	34.75±4.35a	43.87±1.24a
	S2	8 998.43±81.26a	698.75±88.24a	34.63±4.62a	42.56±1.26b
	S3	8 971.45±80.25a	682.58±89.47b	34.36±4.57a	41.98±1.25b
	S4	8 698.21±76.38c	639.67±90.27c	33.23±4.36b	41.35±1.23c
播量 Seeding density	D1	8 805.65±59.24b	634.03±92.15d	34.82±4.36a	43.38±1.32a
	D2	8 989.93±62.41a	659.23±98.56c	34.58±4.52a	43.25±1.29ab
	D3	8 892.65±65.48ab	695.58±101.24b	33.86±4.54b	42.66±1.31bc
	D4	8 827.94±66.84b	719.25±110.25a	33.26±4.52c	42.13±1.27c
播期×播量 Sowing dates × seed- ing density	S1D1	8 995.56±56.28a	635.25±95.32d	34.57±3.26a	42.87±1.24b
	S1D2	8 928.49±57.84b	663.26±98.45c	33.79±3.51b	42.98±1.26a
	S1D3	8 916.21±61.25b	699.30±96.47b	33.32±3.45c	42.57±1.24c
	S1D4	8 825.85±63.42c	718.45±101.24a	33.08±3.47d	41.67±1.25d
	S2D1	8 937.89±55.25b	630.67±88.26c	34.68±3.54a	42.52±1.27b
	S2D2	8 996.58±56.84a	652.07±90.24b	34.56±3.56a	42.96±1.26a
	S2D3	8 929.65±59.21b	671.33±92.54b	34.22±3.57b	42.13±1.28c
	S2D4	8 839.58±57.26c	694.45±98.35a	33.46±3.61c	41.97±1.25d
	S3D1	8 738.52±58.67c	621.53±88.26d	34.06±3.26b	42.83±1.25a
	S3D2	8 869.62±57.89b	630.67±89.47c	34.53±3.41a	42.61±1.28b
	S3D3	8 976.25±61.04a	650.26±90.24b	33.56±3.37c	42.37±1.24c
	S3D4	8 762.42±58.62c	664.53±94.26a	33.03±3.29d	42.12±1.23d
	S4D1	8 605.62±57.26c	564.35±86.57d	34.05±3.14a	42.80±1.24a
	S4D2	8 632.62±56.87c	574.38±87.91c	33.52±3.22b	42.67±1.26a
	S4D3	8 724.28±58.24b	604.45±88.26b	33.23±3.24c	42.35±1.27b
	S4D4	8 795.42±59.24a	620.33±89.36a	33.04±3.27c	42.05±1.36c

2.4.3 不同播期和播量对临农4357产量及产量构成因素的影响 从表5可以看出,S1播期下,随播量的增加产量降低,产量大小顺序为D1>D2>D3>D4,D1播量比D4播量提高169.71 kg/hm<sup>2</sup>,增产1.92%,D1与其他播量间差异显著( $P<0.05$ );S2播期下,D2产量最高,D2比D4产量提高157 kg/hm<sup>2</sup>,增产1.78%,产量大小顺序为D2>D1>D3>D4,D2与其他3个播量间差异显著( $P<0.05$ );S3播期下,产量随播量的增加先增加后降低,D3产量最高,为8 976.25 kg/hm<sup>2</sup>,产量大小顺序为D3>D2>D4>D1,D3与其他播量间产量差异显著( $P<0.05$ );S4播期下,产量由高到低的顺序为D4>D3>D2>D1,D4与D1、D2、D3播量间产量差异显著( $P<0.05$ );说明晚播时增大播量有助

于临农4357产量的提高,但S4播期不同播量的产量都明显低于前3个播期,说明播期过晚增大播量不足以补偿产量的提高。播期播量互作处理下,临农4357最高产量为S2D2处理(8 996.58 kg/hm<sup>2</sup>),即10月7日播量为195 kg/hm<sup>2</sup>,综合考虑,临农4357最佳播期为10月7—13日,适宜播量为195~240 kg/hm<sup>2</sup>。

不同播期下,成穗数大小均为D4>D3>D2>D1,S1D4成穗数最高,为712.67万穗/hm<sup>2</sup>,S4D1成穗数最低,为565.52万穗/hm<sup>2</sup>,相差147.15万穗/hm<sup>2</sup>。方差分析表明,同一播期,不同播量间成穗数差异显著( $P<0.05$ )。S1、S2与S3、S4间成穗数差异显著( $P<0.05$ )。穗粒数调查结果表明,同一播期随播量增加穗粒数减少,不同播期同一播量的穗粒数

先增加后降低。S2D1 穗粒数最高,为 34.68 粒, S4D4 穗粒数最少,为 33.04 粒, S2D1 比 S4D4 每穗多 1.64 粒。千粒质量结果表明,同一播期随播量增加千粒质量降低,不同播期同一播量的千粒质量先增加后降低。S2D2 处理的千粒质量最高,为 42.96 g, S4D4 处理的千粒质量最低,为 42.05 g,二者相差 0.91 g。说明种植密度过大,不利于穗粒数和千粒质量的提高。

### 2.5 籽粒产量与产量构成因素的相关性

由表 6 可知,与籽粒产量关系最密切的是成穗数,成穗数与籽粒产量呈极显著正相关( $r=0.569$ );其次是千粒质量,千粒质量与籽粒产量呈显著正相关( $r=0.473$ );第 3 是穗粒数,穗粒数与籽粒产量呈正相关( $r=0.289$ ),但不显著。成穗数与穗粒数呈负相关( $r=-0.172$ ),但不显著,穗粒数与千粒质量呈负相关( $r=-0.316$ ),但不显著。因此,籽粒产量三因素间是制约的关系,只有协调好成穗数与穗粒数、穗粒数与千粒质量间的关系,临农 4357 才能获得较高的产量。

表 6 临农 4357 籽粒产量和产量构成因素的相关性分析  
Tab.6 Correlation analysis of grain yield and its components of linnong4357

指标 Index	相关系数 Correlation coefficient			
	成穗数 Effective spikes	穗粒数 Grain number per spike	千粒质量 1000-grain weight	籽粒产量 Grain yield
成穗数 Effective spikes	1.000			
穗粒数 Grain number per spike	-0.172	1.000		
千粒质量 1000-grain weight	0.281	-0.316	1.000	
籽粒产量 Grain yield	0.569**	0.289	0.473*	1.000

### 2.6 不同播期播量对临农 4357 产量及产量构成因素的作用力

从表 7 可以看出,播期对籽粒产量的作用力为 73.58%,播量对籽粒产量的作用力为 2.72%,播期和播量对籽粒产量的作用力为 23.70%。对籽粒产量作用力大小顺序为播期>播期×播量>播量。播期对成穗数的作用力为 38.25%,对穗粒数的作用力为 72.28%,对千粒质量的作用力为 61.03%;播量对成穗数的作用力为 60.37%,播量对穗粒数的作用力为 26.39%,播量对千粒质量的作用力为 32.45%。由此可见,播期是引起小麦籽粒产量、穗粒数、千粒质量变化的主要原因,播量是引起成穗数变化的主要因素。

表 7 不同播期、播量对临农 4357 籽粒产量及产量构成因素的作用力

Tab.7 Effects of different sowing date and seeding density on grain yield and yield components of Linnong 4357

差异源 Source	成穗数 Effective spikes	穗粒数 Grain number per ear	千粒质量 1000-grain weight	籽粒产量 Grain yield
播期 Sowing date	38.25	72.28	61.03	73.58
播量 Seed density	60.37	26.39	32.45	2.72
播期×播量 date×Seeding density	1.38	1.33	6.52	23.70

## 3 讨论

### 3.1 播期对小麦生长发育与产量的调控效应

适宜的播期是小麦实现高产稳产的基础。关于播期对小麦影响的研究众多,普遍观点认为,随着播期的推迟,小麦的整个生育期会缩短<sup>[16,21]</sup>,小麦的成穗数、穗粒数和千粒质量均呈现出降低的趋势<sup>[11,22]</sup>,而小麦产量则表现出先增后减的趋势<sup>[20,23]</sup>。本试验结果表明,播期对临农 4357 的生育进程、群体性状、产量及其构成因素均有重要影响。随播期推迟,临农 4357 的各个生育期均相应延后,且全生育期逐渐缩短。小麦群体的总茎数、株高、穗长、结实小穗数以及穗粒数均随播期的推迟而下降。同时,成穗数、千粒质量和产量随播期推迟先增加后降低,早播不利于临农 4357 产量的提高,因为早播虽然总茎数多,但成穗数却相对较少。因此,临农 4357 的适宜播期为 10 月 7—13 日,这说明适宜的播期能够使临农 4357 获得较高的产量。

### 3.2 播量对小麦生长发育与产量的调控效应

适宜的播量是小麦构建合理群体的基础条件。关于播量对小麦影响的研究,较为一致的观点是,在播期相同的情况下,播量对小麦的生育进程没有显著影响<sup>[16,21]</sup>。随着播量的增加,小麦的成穗数和株高会有所提高,但穗粒数和千粒质量则呈现出降低的趋势<sup>[20]</sup>。本试验结果表明,播量对临农 4357 的生育进程没有显著影响,但对群体性状、产量及其产量构成因素均有重要影响。随播量增加,临农 4357 各生育期小麦群体的总茎数增加,株高增加,而小麦的穗长、结实小穗数、穗粒数和千粒质量则随着播量的增加而呈现下降趋势。小麦籽粒产量随播量增加先增加后降低。因此,临农 4357 的适宜播量范围为 195~240 kg/hm<sup>2</sup>。

### 3.3 播期播量对小麦生长发育与产量的调控效应

适宜的播期和播量能够构建合理的群体<sup>[24]</sup>。

本试验中,临农 4357 各生育期的总茎数随着播期的推迟而减少,但随着播量的增加而增加。适时播种有助于提升成穗数,而适当晚播则有利于提高成穗率。然而,过大的播量不利于成穗率的提高<sup>[25-26]</sup>。

在一定的播期播量范围内,随着播量的增加,株高会增高,穗长则会变短,同时结实小穗数也会减少;播期的推迟则导致株高先增加后降低,穗长逐渐变短,结实小穗数逐渐减少。表明适宜的播期和播量有利于形成壮秆大穗,使茎秆粗壮抗倒伏,从而有利于临农 4357 高产潜力的发挥。这一结果与赵凯等<sup>[3]</sup>、汪娟梅等<sup>[14]</sup>的研究结论较为一致。

在试验设定的播期和播量范围内,临农 4357 不同播期的成穗数均随播量的增加而增加,而穗粒数和千粒质量则随播量的增加而减少。在播量相同的情况下,随着播期的推迟,10月7日的成穗数最多,而穗粒数和千粒质量则逐渐降低。这一研究结果与张福彦等<sup>[11]</sup>、武蓉等<sup>[27]</sup>的结论一致。临农 4357 属冬性均衡型品种<sup>[18]</sup>,其高产潜力的发挥需要兼顾成穗数、穗粒数和千粒质量。10月1日播种的小麦产量低于10月7日和10月13日,这说明播种过早导致分蘖提前,冬季小麦群体过大,消耗了过多养分,不利于春季小麦的生长。而10月19日播种的小麦产量也显著低于10月7日和10月13日播种的,且产量差异显著,说明10月19日播种过晚,导致临农 4357 的成穗数、穗粒数和千粒质量均有所降低。适期播种能够充分利用冬前的光热资源,培育壮苗,而适宜的播量则有利于提高成穗数,构建合理的群体结构,促进产量三要素的协调发展。因此,临农 4357 的最佳播期是10月7—13日,相应的播量为195~240 kg/hm<sup>2</sup>,这样更有利于充分发挥临农 4357 的增产潜力。

### 3.4 籽粒产量与产量构成因素的相关性研究

相关性分析结果表明,成穗数和千粒质量呈极显著相关关系( $r=0.569$ ),成穗数与籽粒产量呈显著正相关关系( $r=0.289$ ),说明产量高低受成穗数的影响最为显著,研究结果与裴艳婷等<sup>[28]</sup>、贾峥嵘等<sup>[29]</sup>的结论较一致。同时,成穗数与穗粒数、穗粒数与千粒质量之间呈现出不显著的负相关,这反映出籽粒产量的3个关键因素之间存在相互制约的关系,这与林坤等<sup>[30]</sup>的研究结果基本相符。

## 4 结论

本试验研究了播期、播量及播期播量互作对临农 4357 的生长发育及产量的影响,结果表明,在山西临汾地区,临农 4357 的最佳播期为10月7—

13日,相应的适宜播量为195~240 kg/hm<sup>2</sup>。鉴于年度间的气候条件存在差异,关于此方面的更多信息仍有待进一步研究。

### 参考文献:

- [1] 王睿,任毅,程宇坤,等. 小麦旗叶形态相关性状全基因组关联分析[J]. 作物学报,2023,49(11):2886-2901.  
WANG R, REN Y, CHENG Y K, et al. Genome-wide association analysis of morphological traits of flag leaf in wheat[J]. Acta Agronomica Sinica, 2023, 49(11): 2886-2901.
- [2] 杨丽雯,张永清,张定一,等. 山西省小麦生产的现状、问题与对策分析[J]. 麦类作物学报,2010,30(6):1154-1159.  
YANG L W, ZHANG Y Q, ZHANG D Y, et al. Analysis on problems and strategies of wheat production in Shanxi province [J]. Journal of Triticeae Crops, 2010, 30(6): 1154-1159.
- [3] 赵凯,黄玲,冯维营,等. 播期和播量对冬小麦生长发育和产量的影响[J]. 中国农学通报,2023,39(32):1-7.  
ZHAO K, HUANG L, FENG W Y, et al. Effects of different sowing dates and seeding rates on the growth and yield of winter wheat [J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2023, 39(32): 1-7.
- [4] 易媛,马红勃,王静,等. 播期和播量对不同穗型小麦品种群体性状和产量的影响[J]. 河南农业科学,2022,51(7):13-21.  
YI Y, MA H B, WANG J, et al. Effects of sowing date and seeding rate on population characteristics and yield of wheat with different spike types[J]. Journal of Henan Agricultural Sciences, 2022, 51(7): 13-21.
- [5] 王欣,王才. 不同播期和播种量对冬小麦生长特征和产量的影响[J]. 作物杂志,2021(6):182-188.  
WANG X, WANG C. Effects of different sowing dates and seeding rates on the growth characteristics and yield of winter wheat [J]. Crops, 2021(6): 182-188.
- [6] 张永强,杜孝敬,陈传信,等. 播期对南疆冬小麦产量和品质的影响[J]. 麦类作物学报,2023,43(12):1599-1606.  
ZHANG Y Q, DU X J, CHEN C X, et al. Effect of sowing date on yield and grain quality of winter wheat in southern Xinjiang wheat areas[J]. Journal of Triticeae Crops, 2023, 43(12): 1599-1606.
- [7] 杨永乐,金彦刚,任仰涛,等. 播期、密度和氮肥运筹对瑞华麦 520 产量和品质的影响[J]. 麦类作物学报,2021,41(3):348-354.  
YANG Y L, JIN Y G, REN Y T, et al. Effect of sowing date, density and fertilizer rate on grain yield and quality of the wheat cultivar Ruihuamai 520[J]. Journal of Triticeae Crops, 2021, 41(3): 348-354.
- [8] 张争奇,高志强,孙敏,等. 播期播量对旱地小麦土壤耗水、干物质积累及产量的影响[J]. 山西农业科学,2020,48(3):377-381, 386.  
ZHANG Z Q, GAO Z Q, SUN M, et al. Effects of sowing date and sowing amount on water consumption, dry matter accumulation and yield of wheat in dryland[J]. Journal of Shanxi Agricultural Sciences, 2020, 48(3): 377-381, 386.
- [9] 苏玉环,刘庆芳,马永安,等. 播期和密度及其互作对小麦群体茎数及产量的影响[J]. 河北农业科学,2020,24(5):29-34.  
SU Y H, LIU Q F, MA Y A, et al. Effects of sowing date, density and their interaction on stem number and yield of wheat[J]. Journal of Hebei Agricultural Sciences, 2020, 24(5): 29-34.
- [10] 范家霖,张福彦,程仲杰,等. 不同种植模式对小麦新品种豫丰 11 生长发育及产量的影响[J]. 东北农业科学,2022,47(6):14-19.  
FAN J L, ZHANG F Y, CHENG Z J, et al. Effects of different planting patterns on growth and yield of new wheat variety

- Yufeng 11[J]. Journal of Northeast Agricultural Sciences, 2022,47(6):14-19.
- [11] 张福彦,陈晓杰,李好海,等. 不同播期和密度对小麦新品种航宇 19 产量及其构成要素的影响[J]. 山东农业科学, 2023,55(8):27-33.  
ZHANG F Y, CHEN X J, LI H H, et al. Effects of different sowing dates and densities on yield and its components of new wheat variety Hangyu 19[J]. Shandong Agricultural Sciences, 2023,55(8):27-33.
- [12] 陈巧艳,李新华,王紫娟,等. 晚播和密度对百农 207 产量及相关农艺性状的影响[J]. 河南科技学院学报(自然科学版), 2021,49(6):1-7.  
CHEN Q Y, LI X H, WANG Z J, et al. Effects of sowing date and density on yield and related agronomic characters of Bainong 207[J]. Journal of Henan Institute of Science and Technology(Natural Science Edition), 2021,49(6):1-7.
- [13] 白露,李乐,连延浩,等. 播期对不同基因型小麦生育期、产量和品质性状的影响[J]. 生态学杂志, 2021,40(10):3135-3146.  
BAI L, LI L, LIAN Y H, et al. Effects of sowing date on growth period, yield, and quality-related traits of different genotypic wheat varieties[J]. Chinese Journal of Ecology, 2021, 40(10):3135-3146.
- [14] 汪娟梅,张睿,田永平,等. 播期播量对小麦中麦 895 产量和品质的影响[J]. 麦类作物学报, 2020,40(11):1375-1381.  
WANG J M, ZHANG R, TIAN Y P, et al. Effect of sowing date and sowing amount on yield and quality of common wheat variety Zhongmai 895[J]. Journal of Triticeae Crops, 2020, 40(11):1375-1381.
- [15] 王志成,李肇尘. 播期、播量和施氮水平对西农 109 小麦生长及产量的影响[J]. 陕西农业科学, 2022,68(8):108-114.  
WANG Z C, LI Z C. Effects of sowing date, sowing amount and nitrogen application level on growth and yield of wheat Xinong 109[J]. Shaanxi Journal of Agricultural Sciences, 2022, 68(8):108-114.
- [16] 史晓芳,仇松英. 播期和播量对冬小麦尧麦 16 群体性状和产量的影响[J]. 麦类作物学报, 2017,37(3):357-365.  
SHI X F, QIU S Y. Effect of sowing date and sowing amount on population traits and yield of winter wheat cultivar Yaomai 16[J]. Journal of Triticeae Crops, 2017,37(3):357-365.
- [17] 吕二锁,于静辉,陈亚男,等. 不同播种期和密度对蒙啤麦 6 号产量的影响[J]. 内蒙古民族大学学报(自然科学版), 2022, 37(3):220-224.  
LÜ E S, YU J H, CHEN Y N, et al. Effects of different sowing dates and densities on yields of barley variety Mengpimai 6 [J]. Journal of Inner Mongolia Minzu University, 2022,37(3):220-224.
- [18] 史晓芳,逯腊虎,张婷,等. 高产稳产节水小麦新品种临农 4357 的选育[J]. 农业科技通讯, 2022(10):197-199.  
SHI X F, LU L H, ZHANG T, et al. Breeding of a new wheat variety Linnong 4357 with high and stable yield and water saving[J]. Bulletin of Agricultural Science and Technology, 2022(10):197-199.
- [19] 中华人民共和国农业部. 中华人民共和国农业行业标准:农作物区域试验技术规程 小麦:NY/T 1301—2007[S]. 2007-07-01. The Ministry of Agriculture of the People's Republic of China. Agricultural industry standard of the People's Republic of China: technical procedures for wheat variety regional trials: NY/T 1301-2007[S]. 2007-07-01.
- [20] 史晓芳,逯腊虎,张婷,等. 播期和播量对冬小麦临远 8 号产量形成的影响[J]. 中国农学通报, 2020,36(12):10-17.  
SHI X F, LU L H, ZHANG T, et al. Sowing date and amount affect yield formation of winter wheat Linyuan 8[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2020,36(12):10-17.
- [21] 陈明,刘井涛,刘敢,等. 不同播期对海丰地区小麦群体特性及产量的影响[J]. 上海农业科技, 2022(4):59-60.  
CHEN M, LIU J T, LIU G, et al. Effects of different sowing dates on wheat population characteristics and yield in Haifeng area[J]. Shanghai Agricultural Science and Technology, 2022(4):59-60.
- [22] 赵呈明,马骏,李进永,等. 不同播期播量对盐麦 1 号生长和产量的影响[J]. 大麦与谷类科学, 2022,39(3):40-43.  
ZHAO C M, MA J, LI J Y, et al. Effects of sowing date and sowing density on the growth and yield of the wheat variety Yanmai 1[J]. Barley and Cereal Sciences, 2022,39(3):40-43.
- [23] 周宝元,马玮,孙雪芳,等. 播/收期对冬小麦-夏玉米一年两熟模式周年气候资源分配与利用特征的影响[J]. 中国农业科学, 2019,52(9):1501-1517.  
ZHOU B Y, MA W, SUN X F, et al. Effects of different sowing and harvest dates of winter wheat-summer maize under double cropping system on the annual climate resource distribution and utilization[J]. Scientia Agricultura Sinica, 2019,52(9):1501-1517.
- [24] 许倍铭. 播期和种植密度对不同强筋小麦品种产量及品质的影响[D]. 郑州:河南农业大学, 2023.  
XU B M. Effects of sowing date and planting density on yield and quality of different strong gluten wheat varieties[D]. Zhengzhou:Henan Agricultural University, 2023.
- [25] 曹燕燕,李雷雷,于蕾,等. 播期播量对小麦新品种漯麦 163 产量及其构成因素的影响[J]. 陕西农业科学, 2021,67(10):98-102.  
CAO Y Y, LI L L, YU L, et al. Effect of sowing date and amount on yield and components of new wheat variety Luomai 163[J]. Shaanxi Journal of Agricultural Sciences, 2021, 67(10):98-102.
- [26] 闫文利,李伟,刘旭,等. 不同播期播量对小麦中育 9302 产量及部分性状的影响[J]. 江苏农业科学, 2021,49(20):84-88.  
YAN W L, LI W, LIU X, et al. Effects of different sowing date and rate on yield and some characters of wheat cultivar Zhongyu 9302[J]. Jiangsu Agricultural Sciences, 2021,49(20):84-88.
- [27] 武蓉,韩永宏,杨萍,等. 西农 529 小麦在关中东部灌区的播期与密度研究[J]. 陕西农业科学, 2022,68(8):63-66.  
WU R, HAN Y H, YANG P, et al. Study on sowing date and density of Xinong 529 in irrigation area of eastern Guanzhong[J]. Shaanxi Journal of Agricultural Sciences, 2022,68(8):63-66.
- [28] 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.  
PEI Y T, WEI L X, ZHU J Y, et al. Effects of sowing date and sowing rate on yield traits and quality of Jimai 44[J]. Journal of Hebei Agricultural Sciences, 2022,26(6):43-49.
- [29] 贾峥嵘,郝佳丽,郝艳芳,等. 不同施氮量对冬小麦灌浆特性及产量的影响[J]. 山西农业科学, 2022,50(6):823-829.  
JIA Z R, HAO J L, HAO Y F, et al. Effect of different nitrogen application on grain filling characteristics and yield of winter wheat[J]. Journal of Shanxi Agricultural Sciences, 2022, 50(6):823-829.
- [30] 林坤,郭凤芝,郭凌云,等. 不同播期和密度对荷麦 28 产量及其构成因素的影响[J]. 山东农业科学, 2021,53(5):157-161.  
LIN K, GUO F Z, GUO L Y, et al. Effects of sowing date and planting density on yield and its components of Hemai 28[J]. Shandong Agricultural Sciences, 2021,53(5):157-161.