

播期对冬播春麦品种生育进程及产量品质的影响

王 铜¹ 李 磊¹ 汪晓东¹ 薛丽华^{2*} 章建新^{1*} 苏文平¹ 王 欢¹

(1. 新疆农业大学 农学院, 乌鲁木齐 830052;

2. 新疆农业科学院 粮食作物研究所, 乌鲁木齐 830091)

摘 要 为探明冬前播期对新疆北疆春小麦生育进程、产量和品质的影响,于2017—2019年在田间设置3个冬前播期(10月中旬、10月下旬和11月上旬)和春播期(3月底,CK),分析‘新春6号’、‘新春20号’、‘新春27号’和‘新春43号’4个春小麦品种在不同播期的生育进程、茎数动态、产量构成和籽粒品质等指标。结果表明,冬播处理平均出苗率(59.13%)较春播处理平均出苗率(80.70%)降低21.57个百分点,年际间差异大,同一春麦品种不同冬播期处理之间出苗率差异显著;冬播较春播处理早出苗9~15 d、早成熟8~11 d、延长生育期6~18 d;降低总茎数峰值,总茎数峰值提前出现;冬播处理2年平均产量(7 065.99 kg/hm²)较春播增产17.10%,穗粒数和千粒重分别增加30.68%和5.59%,冬播期处理间产量平均值差异不显著。冬播处理使供试春小麦的籽粒蛋白质含量、沉降值和湿面筋含量均有所降低,但处理间籽粒品质指标差异不显著;同一冬播期的不同小麦品种的沉降值和湿面筋含量差异显著,以‘新春43号’和‘新春6号’较高。冬播处理较春播小麦增产,主要是穗粒数增加的结果;冬播使春小麦的籽粒蛋白质含量、沉降值和湿面筋含量降低,同一小麦品种的不同冬播处理间籽粒品质指标差异显著。在本试验条件下,综合产量和品质结果,10月下旬—11月上旬是新疆北疆春麦品种适宜的冬播期。

关键词 春麦冬播; 播期; 生育特性; 产量; 品质

中图分类号 S512.12

文章编号 1007-4333(2021)10-0028-13

文献标志码 A

Effect of sowing date on growth characteristics and yield and quality of spring wheat varieties sowing in winter

WANG Tong¹, LI Lei¹, WANG Xiaodong¹, XUE Lihua^{2*}, ZHANG Jianxin^{1*},
SU Wenping¹, WANG Huan¹

(1. College of Agronomy, Xinjiang Agricultural University, Urumqi 830052, China;

2. Grain crops Research Institute, Xinjiang Academy of Agricultural Sciences, Urumqi 830091, China)

Abstract In order to find out the influence of pre-winter sowing period on the growth process, yield and quality of spring wheat varieties. From 2017 to 2019, three pre-winter sowing periods (mid-October, late October, early November) and spring sowing periods (at the end of March, CK) were set up in the field to study the growth process, stem number dynamics, yield composition and seeds quality of ‘Xinchun 6’, ‘Xinchun 20’, ‘Xinchun 27’ and ‘Xinchun 43’. The results showed that the average seedling yield of winter sowing treatment (59.13%) was 21.57 percentage points lower than the average seedling average of spring sowing treatments (80.70%), with large differences between years, and significant differences in seedling emergence rate among the three pre-winter sowing treatments. In winter, seedlings were 9–15 d earlier than in spring sowing treatment, 8–11 d prematurely matured, and extended life. The

收稿日期: 2020-11-12

基金项目: 国家自然科学基金(31760364);新疆维吾尔自治区区域协同创新专项(科技援疆计划 2019E0258);新疆农业科学院科技创新重点培育专项(kjkcpy-003)

第一作者: 王铜, 硕士研究生, E-mail: tury0601@163.com

通讯作者: 章建新, 教授, 主要从事作物高产栽培研究, E-mail: zjxin401@126.com

薛丽华, 研究员, 主要从事小麦节水栽培生理研究, E-mail: xuelihua521@126.com

breeding period was 6–18 d; the peak number of total stems will be reduced, and the peak number of total stems appeared ahead of schedule; the average output for two years of pre-winter sowing treatment ($7\,065.99\text{ kg/hm}^2$) was 17.10% higher than that of spring sowing, and the number of spikes and thousands of grain weight were increased by 30.68% and 5.59%. The mean difference in yield between pre-winter sowing treatments was not significant. Pre-winter sowing reduced the protein content, sinker value and wet gluten content of wheat grains. There was no significant difference in grain quality indexes between pre-winter sowing treatments. Among varieties in the same winter sowing period, the settlement value and wet gluten content were significantly different, with high in ‘Xinchun 43’ and ‘Xinchun 6’ respectively. In summary, the increase in yield of pre-winter sowing wheat compared with spring-sown wheat was mainly the result of the increase in the number of spike grains. All pre-winter sowing wheat significantly reduced the protein content, sinker value and wet gluten content compared with spring-sown wheat, and the difference in the effect on the grain quality index between different winter-sown treatments was significant. Under the conditions of this experiment, the combined yield and quality results showed that late October to early November was the suitable winter sowing period for spring wheat varieties in the North of Xinjiang Uygur Autonomous Region.

Keywords spring wheat sowing in winter; sowing date; growth characteristics; yield; quality

新疆维吾尔自治区北疆春小麦品种冬播期在 10 月中旬—11 月中旬^[1-2],较冬小麦的适宜播种期(9 月 15—25 日)^[3]晚 30~50 d。小麦以 1 叶期或发芽(萌动)状态在积雪覆盖下越冬,融雪后早春出苗。与春小麦相比,冬播春小麦品种具有春季早出苗和早成熟等优点^[1],因此,对降低干热风危害^[4-5]有利。但因冬播春小麦在出苗前越冬,存在春季出苗率低而不稳定的问题^[2]。春小麦冬播技术常用于棉麦倒茬^[2]。北疆春麦冬播种植模式还具有节水潜力大的优点^[6],应用前景广阔。在二十世纪 60 年代,仅有我国东北地区^[7-9]和新疆北疆^[10]的“春包蛋”春小麦生产经验介绍,缺乏科学依据。与用“冬包蛋”麦相比,“春包蛋”麦产量高,早熟^[2]。近年,由于倒茬和节水的需要,春小麦冬播技术越来越受到重视^[6,11-13]。

播期影响冬播春小麦种子越冬状态和生育进程,进而影响到出苗率和产量品质。目前,播期对北疆冬播春小麦越冬出苗率、籽粒品质和高产生育特性影响的研究鲜有报道。本研究选用 4 个春小麦品种,在田间设置 3 个冬前播期及 1 个春播对照播期,测定春小麦品种生育进程,产量和品质指标,旨在探究冬播期对春小麦品种生育进程、产量和品质的影响,以期对冬播春小麦高产优质高效栽培提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验设计

1.1.1 试验地条件和田间管理

试验于 2017—2019 年在新疆农业大学三坪实习农场($43^{\circ}56'\text{N}$, $87^{\circ}20'\text{E}$)进行,试验地壤土。

2017—2018 年试验地前茬为夏玉米,0~20 cm 土层有机质为 13.0 g/kg ,碱解氮 51.2 mg/kg ,速效磷 16.2 mg/kg ,速效钾 328.0 mg/kg ,pH 8.17。播前基施磷酸二铵 300.0 kg/hm^2 。采用人工开沟点播,行距 20 cm,播种深度 4 cm,冬播 $1\,000\times 10^4\text{ 粒/hm}^2$,春播 $750\times 10^4\text{ 粒/hm}^2$ 。滴灌带采用 1 管 4 行配置,冬前不灌水,翌年在小麦拔节期、孕穗期、开花期和灌浆期各滴灌 1 次,每次 $750\text{ m}^3/\text{hm}^2$ 。分别在拔节期和孕穗期各随水滴入尿素 225 kg/hm^2 ,共施尿素 450 kg/hm^2 。2018—2019 年试验地前茬为西瓜,0~20 cm 土层有机质为 11.0 g/kg ,碱解氮 60.0 mg/kg ,速效磷 16.0 mg/kg ,速效钾 215.0 mg/kg ,pH 8.28。播前基施磷酸二铵 300 kg/hm^2 。播种时将 3 个地温计(Micro USB DATA Loggers)埋入 4 cm(播深)土层,每 1 h 计值 1 次,出苗后取回地温计,获取日地温最低值(3 个地温值平均)。越冬期间(12、1 和 2 月)日地温最低值动态,见图 1 和图 2。

1.1.2 试验设计

试验采用二因素裂区设计,品种为主区:‘新春 6 号’、‘新春 20 号’、‘新春 27 号’和‘新春 43 号’;播期为副区:2017—2018 年播期为 2017-10-15(A_1 ,越冬前小麦为一叶一心)、10-25(A_2 ,越冬前种子在土下呈发芽状态)、11-02(A_3 ,越冬前种子在土下呈萌动状态)、2018-03-31(A_4 ,CK);2018—2019 年播期为 2018-10-18(B_1 ,越冬前小麦为心叶期)、10-31(B_2 ,越冬前种子在土下呈发芽状态)、11-08(B_3 ,越冬前种子在土下呈萌动状态)、2019-03-30(B_4 ,CK)。共 16 个处理,小区面积 $2\text{ m}\times 5\text{ m}=10\text{ m}^2$,3 次重复。

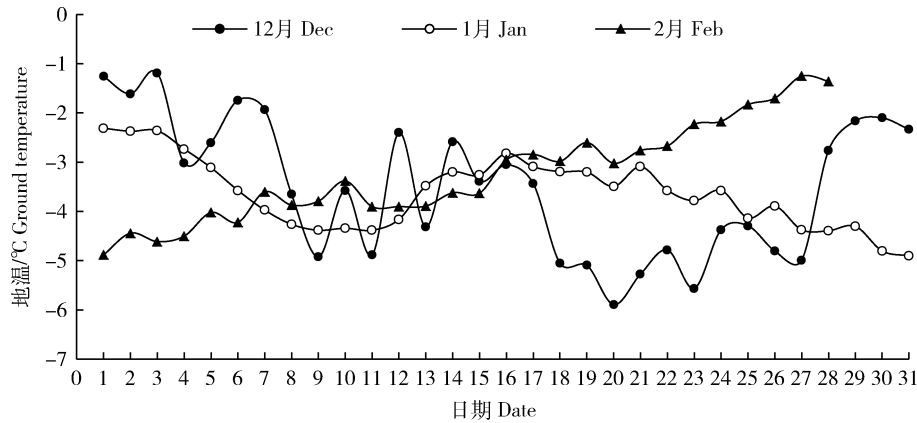


图1 2017—2018年小麦越冬期4 cm土层处日最低地温动态

Fig. 1 Daily minimum ground temperature at the 4 cm soil layer during the over-wintering period from 2017 to 2018

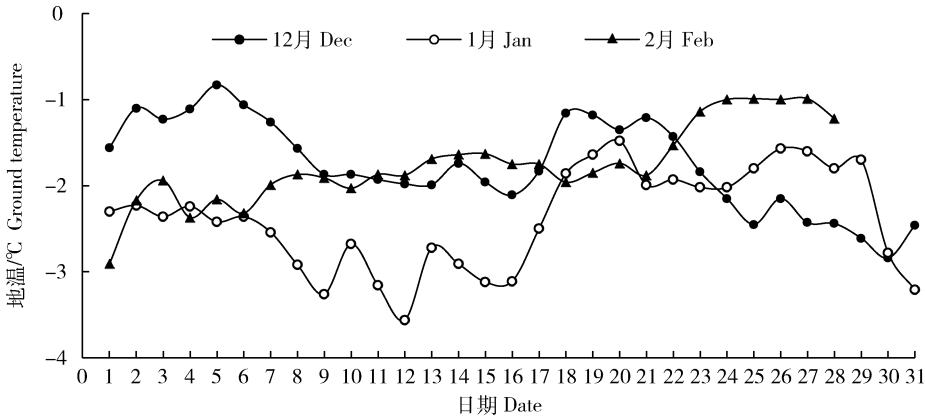


图2 2018—2019年小麦越冬期4 cm土层处最低地温动态

Fig. 2 Daily minimum ground temperature at the 4 cm soil layer during the over-wintering period from 2018 to 2019

1.2 测定项目

1.2.1 生育进程记载和总茎数动态测定

冬前调查各冬播处理小麦种子越冬状态,记载生育进程。春季出苗后各处理选取1 m代表性样段3行,在各时期调查总茎数直至齐穗期。

$$\text{出苗率} = (\text{春季出苗数} / \text{播种粒数}) \times 100\%$$

1.2.2 产量构成和产量测定

成熟期各小区取1 m代表性样段3行考种,测定穗数、穗粒数和千粒重;人工收获各小区中间3 m²脱粒称重,用谷物水分速测仪测定含水量,按13%含水量计产。

1.2.3 籽粒品质测定

收获脱粒后过筛去除杂质,通过室内分析测定磨粉品质,按照国家粮食标准 GB/T 5498—2013^[14]

测定容重;籽粒硬度和蛋白质含量采用瑞典 Perten 公司 DA7250 型近红外谷物分析仪测定;采用德国 Brabender 公司 Quadrumat Senior 实验磨,参照 AACC26—20^[15]方法制粉,样品量 2 500 g。沉降值参照 GB/T 10361—2008^[16],采用瑞典 Perten 公司 1900 型降落数值仪测定。湿面筋含量测定按照 GB/T 5506. 2—2008^[17]进行,采用 Perten 公司 GM2200 型面筋洗涤仪测定。面团稳定时间和面团形成时间等粉质参数的测定参照 GB/T 14614—2006^[18]进行,采用德国 Brabender 公司生产的电子型粉质仪测定。

1.3 数据分析

试验数据用 Microsoft Excel 2010 进行数据整理和作图,采用 SPSS 19.0 软件进行显著性检验。

2 结果与分析

2.1 播期对冬播春小麦出苗率和生育进程的影响

2017—2018 年,冬播 A₁、A₂ 和 A₃ 处理的春小麦各品种分别以一叶一心、发芽和萌动状态越冬。由表 1 可知,各播期处理春季出苗率差异显著,各播期平均值表现为 A₄ 最高,82.83%,分别比 A₁、A₂

和 A₃ 处理的春小麦平均出苗率(54.06%)高出 28.77 个百分点,冬播期间出苗率差异不显著。同一冬播期处理品种间出苗率差异显著,以‘新春 27 号’和‘新春 6 号’较高,分别为 64.0%和 61.3%。A₁、A₂、A₃ 和 A₄ 全生育期分别为 101.5、97.5、96.3 和 86.5 d,成熟期分别为 06-28、06-28、06-30 和 07-08。

表 1 2017—2018 年各播期处理春小麦品种出苗率和生育进程
Table 1 Seedling emergence rate and development process of spring wheat varieties by different sowing treatment from 2017 to 2018

播期处理 Sowing treatment	品种 Cultivar	出苗率/% Emergence rate	生育时期 Reproductive stage					生育期/d Growth period
			出苗期 Emergence stage	拔节期 Jointing stage	孕穗期 Booting stage	抽穗期 Heading stage	成熟期 Maturation stage	
A ₁	新春 6 号	49.3 f	11-01	04-18	05-03	05-12	06-24	100
	新春 20 号	52.5 f	11-05	04-18	05-06	05-17	06-30	104
	新春 27 号	63.3 c	11-02	04-18	05-04	05-12	06-27	102
	新春 43 号	52.0 f	11-04	04-18	05-10	05-17	06-30	100
	平均 Average	54.3 b						
A ₂	新春 6 号	51.3 f	03-21	04-18	05-05	05-12	06-24	95
	新春 20 号	58.7 d	03-22	04-18	05-07	05-17	06-30	100
	新春 27 号	45.3 g	03-22	04-19	05-06	05-15	06-27	97
	新春 43 号	53.3 ef	03-26	04-20	05-10	05-17	06-30	98
	平均 Average	52.2 b						
A ₃	新春 6 号	61.3 cd	03-24	04-20	05-06	05-13	06-24	92
	新春 20 号	42.0 h	03-25	04-20	05-07	05-27	07-03	100
	新春 27 号	64.0 c	03-25	04-20	05-06	05-16	06-30	97
	新春 43 号	55.3 e	03-27	04-20	05-11	05-18	07-03	96
	平均 Average	55.8 b						
A ₄	新春 6 号	88.0 a	04-12	05-03	05-24	05-31	07-03	82
	新春 20 号	78.0 b	04-12	05-03	05-27	06-05	07-09	88
	新春 27 号	79.3 b	04-12	05-03	05-25	06-01	07-09	88
	新春 43 号	86.0 a	04-12	05-03	05-26	06-03	07-09	88
	平均 Average	82.8 a						

注:播期处理, A₁, 10-15; A₂, 10-25; A₃, 11-02; A₄, 03-31。A₁ 处理以一叶一心状态越冬。生育期为返青期(03-17)至成熟期的所用时间。
同列数据不同字母表示差异显著($P<0.05$), 相同字母表示差异不显著($P>0.05$)。下同。
Note: Sowing date processing, A₁, 10-15; A₂, 10-25; A₃, 11-02; A₄, 03-31. Treatment A₁ overwinter in the state of 1 leaf and 1 heart, the growing season of treatment A₁ was time from green up date (03-17) to maturity. Within the same column, different letters represent significant differences ($P<0.05$), while the same letters represent no significant differences ($P>0.05$). The same below.

2018—2019年,冬播B₁、B₂和B₃处理的各品种分别以心叶期、发芽和萌动状态越冬。由表2可知,各播期处理春季出苗率差异显著,各播期平均值表现为B₁最高,78.57%,比B₁、B₂和B₃处理平均出苗率(66.73%)高出11.84个百分点。同一冬播期品种间出苗率差异显著,以‘新春43号’较高,为74.5%。B₁、B₂、B₃和B₄全生育期分别为93.8、91.8、90.0和85.3d,成熟日期依次为06-26、06-27、06-28

和07-04。
2017—2018和2018—2019年的结果基本一致,冬播处理的春小麦平均出苗率(60.40%)较春播处理平均出苗率(80.70%)降低20.31个百分点,延长了生育期、提早成熟。以发芽状态越冬的冬播处理A₂和B₂出苗率较高,同一年份不同品种间出苗率差异显著,同一品种出苗率年际不同,2018—2019年冬播出苗率(66.73%)高于2017—2018年出苗率(54.06%)。

表2 2018—2019年各播期处理春小麦品种出苗率和生育进程
Table 2 Seedling emergence rate and development process of spring wheat varieties by different sowing treatment from 2018 to 2019

播期处理 Sowing treatment	品种 Cultivar	出苗率/% Emergence rate	生育时期 Reproductive stage					生育期/d Growth period
			出苗期 Emergence stage	拔节期 Jointing stage	孕穗期 Booting stage	抽穗期 Heading stage	成熟期 Maturation stage	
B ₁	新春6号	65.5 ef	03-24	04-16	05-06	05-15	06-20	88
	新春20号	62.5 f	03-24	04-16	05-09	05-24	06-28	96
	新春27号	62.3 f	03-24	04-18	05-06	05-20	06-25	93
	新春43号	69.0 de	03-24	04-17	05-06	05-23	06-30	98
	平均 Average	65.6 b						
B ₂	新春6号	68.7 de	03-27	04-17	05-07	05-18	06-21	86
	新春20号	66.8 e	03-27	04-18	05-10	05-26	06-30	95
	新春27号	65.3 ef	03-27	04-19	05-08	05-22	06-26	91
	新春43号	74.5 c	03-27	04-19	05-08	05-26	06-30	95
	平均 Average	68.8 b						
B ₃	新春6号	66.3 e	03-30	04-20	05-07	05-20	06-23	85
	新春20号	70.8 d	03-30	04-22	05-12	05-27	07-01	93
	新春27号	61.3 f	03-30	04-21	05-10	05-25	06-27	89
	新春43号	64.8 ef	03-30	04-20	05-10	05-28	07-01	93
	平均 Average	65.8 b						
B ₄	新春6号	79.0 ab	04-09	05-03	05-22	05-29	06-30	82
	新春20号	77.3 b	04-09	05-05	05-25	06-06	07-07	89
	新春27号	75.3 bc	04-10	05-06	05-23	05-31	07-03	84
	新春43号	82.7 a	04-10	05-05	05-25	06-05	07-05	86
	平均 Average	78.6 a						

注:播期处理,B₁,10-18;B₂,10-31;B₃,11-08;B₄,03-30。下同。
Note: Sowing date processing, B₁, 10-18; B₂, 10-31; B₃, 11-08; B₄, 03-30. The same below.

2.2 播期对冬播春小麦总茎数动态的影响

由图 3 可知,2017—2018 年春小麦各品种总茎数均呈现先增加后减小的趋势。各品种冬播 A_1 、 A_2 和 A_3 的总茎数峰值均出现在 05-03,较 A_4 (05-22)提前,峰值降低。‘新春 6 号’ A_2 的总茎数

峰值($1\ 200.30 \times 10^4/\text{hm}^2$)较 A_4 ($1\ 310.30 \times 10^4/\text{hm}^2$)降低 8.40%;‘新春 6 号’ A_2 的穗数(06-11 为 $475.20 \times 10^4/\text{hm}^2$)较 A_4 ($531.67 \times 10^4/\text{hm}^2$)降低 10.66%,其余品种表现相似,同一品种的 3 个冬前播期间成穗数差异不显著。

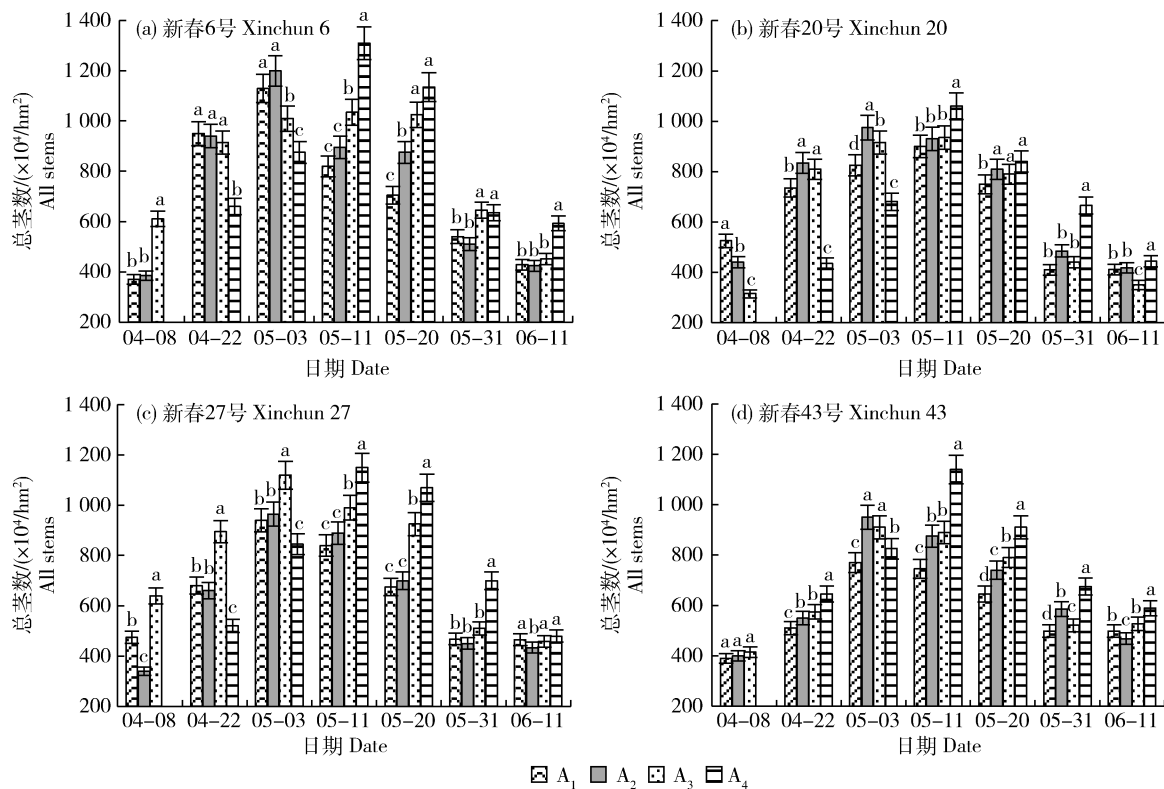


图 3 2017—2018 年各播期处理春小麦品种冬播总茎数动态

Fig. 3 Dynamics of total stem number for spring wheat varieties by different sowing treatment from 2017 to 2018

由图 4 可知,2018—2019 年春小麦各品种冬播 B_1 、 B_2 和 B_3 的总茎数峰值均出现在 04-30,较 B_4 (05-10)提前,峰值降低。‘新春 6 号’ B_2 的总茎数峰值为 $967.50 \times 10^4/\text{hm}^2$,较 B_4 峰值($1\ 020.30 \times 10^4/\text{hm}^2$)降低 5.74%;‘新春 6 号’ B_2 的穗数($424.21 \times 10^4/\text{hm}^2$)较 B_4 ($593.00 \times 10^4/\text{hm}^2$)降低 28.50%,其余品种表现相似。

2017—2018 和 2018—2019 年的结果基本一致,与春播相比,冬播处理的春小麦总茎数峰值和成穗数大幅降低,茎数峰值提前出现,冬播期对春小麦成穗数影响不大。

2.3 播期对冬播春小麦品种产量及其构成因素的影响

由表 3 可知,2017—2018 年春小麦各播期处理的穗数最高为 A_4 ,分别比 A_1 、 A_2 和 A_3 的穗数高出

13.71%、16.81%和 14.82%;穗粒数表现为处理 $A_2 > A_3 (A_1) > A_4$;千粒重和产量均表现为冬播处理(A_1 、 A_2 、 A_3)高于春播处理 A_4 。冬播产量为 $7\ 391.45 \text{ kg}/\text{hm}^2$,较春播($6\ 014.76 \text{ kg}/\text{hm}^2$)增加 22.89%。冬播处理的平均穗粒数和千粒重分别较 A_4 增加 33.57%和 6.61%,同一播期不同品种的产量差异显著,‘新春 43 号’、‘新春 27 号’和‘新春 6 号’分别在 A_1 、 A_2 和 A_3 处理表现较高的产量。春小麦冬播较春播增产的原因在于穗粒数和千粒重的增加。

由表 4 可知,2017—2018 与 2018—2019 年结果一致, B_1 、 B_2 和 B_3 的穗数分别比 B_4 降低 19.34%、14.37%和 17.58%;穗粒数、千粒重和产量均表现为冬播处理(B_1 、 B_2 、 B_3)高于春播处理 B_4 ,冬播产量为 $6\ 740.54 \text{ kg}/\text{hm}^2$,较春播($6\ 055.19 \text{ kg}/\text{hm}^2$)增

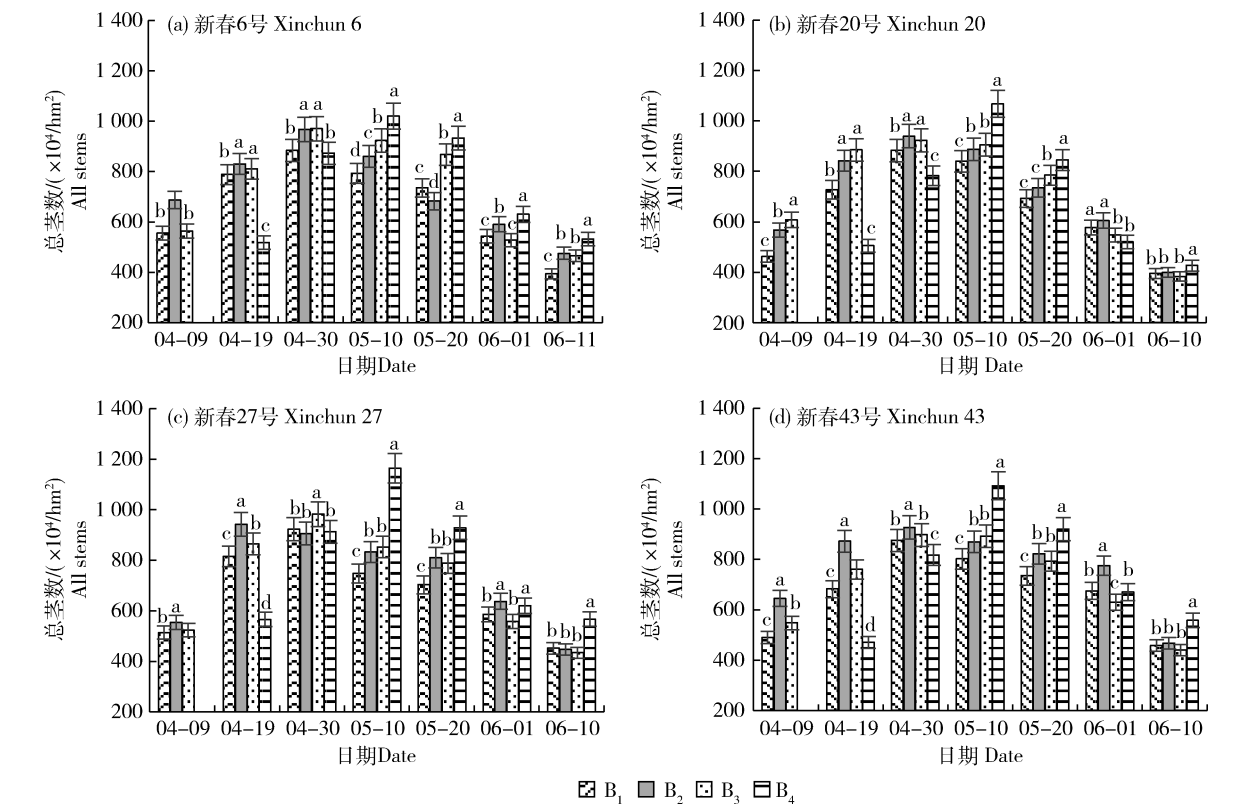


图4 2018—2019年各播期处理春小麦品种冬播总茎数动态

Fig. 4 Dynamics of total stem number for spring wheat varieties by different sowing treatment from 2018 to 2019

表3 2017—2018年各播期处理春小麦品种产量及产量构成因素

Table 3 Yield and yield components of spring wheat varieties by different sowing treatment from 2017 to 2018

播期处理 Sowing treatment	品种 Cultivar	穗数/($10^4/\text{hm}^2$) Spike number	穗粒数 Grain number	千粒重/g 1 000-grain weight	产量/(kg/hm^2) Yield
A ₁	新春 6 号	428.33 de	28.91 g	52.95 a	6 572.41 c
	新春 20 号	410.00 e	37.81 cd	48.39 bc	7 462.76 b
	新春 27 号	468.33 cd	32.35 f	48.93 bc	7 390.18 bc
	新春 43 号	498.33 bc	31.57 fg	49.54 bc	7 743.64 a
	平均 Average	451.25 b	32.66 b	49.95 a	7 292.25 a
A ₂	新春 6 号	423.33 e	30.35 g	52.84 a	6 757.70 c
	新春 20 号	418.33 e	38.60 c	42.55 d	6 853.31 bc
	新春 27 号	433.33 de	41.10 b	47.83 bc	8 503.07 a
	新春 43 号	465.00 cd	34.77 de	46.84 c	7 578.36 b
	平均 Average	435.00 b	36.20 a	47.52 b	7 423.11 a
A ₃	新春 6 号	448.33 d	36.17 d	50.49 ab	8 143.62 a
	新春 20 号	356.67 f	44.36 a	45.75 c	7 159.18 bc
	新春 27 号	455.00 c	34.26 e	47.23 c	7 352.31 bc
	新春 43 号	521.67 b	26.73 h	51.29 ab	7 180.86 bc
	平均 Average	445.42 b	34.20 b	48.69 ab	7 459.00 a

表 3(续)

播期处理 Sowing treatment	品种 Cultivar	穗数/(10 ⁴ /hm ²) Spike number	穗粒数 Grain number	千粒重/g 1 000-grain weight	产量/(kg/hm ²) Yield
A _i	新春 6 号	591.67 a	20.17 j	49.93 b	6 022.04 d
	新春 20 号	440.00 de	30.30 g	41.35 d	5 534.88 d
	新春 27 号	475.00 c	29.74 g	42.77 d	6 145.98 d
	新春 43 号	585.00 a	22.65 l	48.75 bc	6 356.15 d
	平均 Average	522.92 a	25.72 c	45.70 b	6 014.76 b
F	播期(S)	126.43 **	58.13 **	13.70 **	161.86 **
	品种(C)	192.89 **	51.90 **	26.43 **	21.22 **
	播期(S)×品种(C)	44.96 **	10.27 **	2.03 **	22.79 **

表 4 2018—2019 年各播期处理春小麦品种产量及产量构成因素

Table 4 Yield and yield components of spring wheat varieties by different sowing treatment from 2018 to 2019

播期处理 Sowing treatment	品种 Cultivar	穗数/(10 ⁴ /hm ²) Spike number	穗粒数 Grain number	千粒重/g 1 000-grain weight	产量/(kg/hm ²) Yield
B ₁	新春 6 号	393.33 f	36.90 a	50.00 ab	7 302.51 bc
	新春 20 号	395.00 f	38.02 a	42.20 d	6 288.31 d
	新春 27 号	441.67 de	33.74 bc	49.13 ab	7 363.48 bc
	新春 43 号	445.00 d	31.62 c	49.24 ab	6 884.90 c
	平均 Average	418.75 c	35.07 a	47.63 ab	6 959.80 a
B ₂	新春 6 号	475.00 c	32.73 c	51.17 a	7 932.75 a
	新春 20 号	396.67 f	27.41 e	45.42 c	4 977.04 e
	新春 27 号	446.67 d	29.45 d	47.62 bc	6 259.83 d
	新春 43 号	460.00 cd	33.30 bc	48.64 b	7 580.05 b
	平均 Average	444.58 b	30.31 b	48.21 a	6 687.42 a
B ₃	新春 6 号	461.67 cd	33.21 bc	49.82 ab	7 674.53 ab
	新春 20 号	383.33 f	27.36 e	45.13 c	4 726.84 f
	新春 27 号	421.67 e	32.56 c	47.23 bc	6 519.85 d
	新春 43 号	440.00 de	34.51 b	48.62 b	7 377.23 bc
	平均 Average	427.92 bc	31.91 b	47.70 ab	6 574.61 a
B ₄	新春 6 号	528.33 b	23.98 g	48.35 b	6 241.18 d
	新春 20 号	428.33 de	25.21 f	42.32 d	4 588.74 f
	新春 27 号	561.67 a	26.70 ef	42.21 d	6 232.78 d
	新春 43 号	558.33 a	25.61 f	50.14 ab	7 158.06 c
	平均 Average	519.17 a	25.38 c	45.76 b	6 055.19 b
F	播期(S)	203.02 **	49.52 **	7.84 **	77.13 **
	品种(C)	128.34 **	2.70 **	19.81 **	268.98 **
	播期(S)×品种(C)	20.39 **	5.96	1.35	21.81 **

加 11.31%，冬播处理平均穗粒数和千粒重分别较 B₄ 增加 27.78% 和 4.56%。冬播期间产量差异不显著。同一播期不同春小麦品种产量差异显著，‘新春 43 号’和‘新春 6 号’分别在 B₂ 表现较高的产量。虽然冬播单株穗数较春播降低，但穗粒数和千粒重分别增加 30.68% 和 5.59%，因此增产 17.10% (2 年平均 7 065.99 kg/hm²)，各播期处理间产量差异不显著。

2.4 播期对冬播春小麦品种籽粒品质的影响

由表 5 可知，2018—2019 年春小麦品种籽粒蛋白质含量表现为春播处理 B₄ 高于冬播处理 (B₁、B₂、B₃)。B₁、B₂ 和 B₃ 处理籽粒蛋白质含量分别较 B₄ (15.43%) 降低 0.88、0.94 和 0.77 个百分点，冬播处理以‘新春 43 号’的籽粒蛋白质含量较高，平均值为 15.20%。播期处理间出粉率、籽粒容重和籽粒硬度均值差异均不显著。

表 5 2018—2019 年各播期处理春小麦品种籽粒品质
Table 5 Seed quality of spring wheat varieties by different sowing treatment from 2018 to 2019

播期处理 Sowing treatment	品种 Cultivar	蛋白质含量/% Protein content	出粉率/% Flour yield	容重/(g/L) Bulk density	籽粒硬度/% Hardness
B ₁	新春 6 号	14.67 bc	67.84 a	827.41 a	74.14 a
	新春 20 号	14.14 c	68.20 a	814.87 a	69.97 bc
	新春 27 号	14.01 c	67.70 a	805.62 a	68.71 c
	新春 43 号	15.36 ab	68.14 a	813.18 a	71.48 b
	平均 Average	14.55 b	67.97 a	815.27 a	71.08 a
B ₂	新春 6 号	14.38 c	67.16 a	829.33 a	73.94 ab
	新春 20 号	14.16 c	67.09 a	814.87 a	69.04 c
	新春 27 号	14.40 c	67.47 a	801.82 a	67.38 c
	新春 43 号	15.03 bc	68.15 a	816.91 a	72.55 ab
	平均 Average	14.49 b	67.47 a	815.73 a	70.73 a
B ₃	新春 6 号	14.24 c	67.75 a	827.97 a	73.06 ab
	新春 20 号	14.05 c	67.85 a	818.93 a	70.43 bc
	新春 27 号	15.12 b	68.12 a	808.66 a	68.88 c
	新春 43 号	15.23 b	68.27 a	815.32 a	72.63 ab
	平均 Average	14.66 b	68.00 a	817.72 a	71.25 a
B ₄	新春 6 号	15.68 ab	68.06 a	815.80 a	72.82 ab
	新春 20 号	15.25 b	67.39 a	804.16 a	68.47 c
	新春 27 号	14.70 bc	67.59 a	814.68 a	69.98 bc
	新春 43 号	16.08 a	67.59 a	810.91 a	71.82 b
	平均 Average	15.43 a	67.66 a	811.39 a	70.77 a
F	播期(S)	0.31 *	2.12	21.05 **	0.19
	品种(C)	0.98	1.99	159.99 **	14.88 **
	S×C	0.24	3.64 **	21.90 **	0.60

由表 6 可知,不同播期春小麦籽粒的沉降值和湿面筋含量差异显著,表现为春播处理 B₄ 高于冬播处理(B₁、B₂、B₃),B₁、B₂ 和 B₃ 处理沉降值分别较 B₄(36.89%)降低 2.03、3.67 和 2.94 个百分点,湿面筋含量分别较 B₄(36.43%)降低 1.65、3.18 和 1.93 个百分点,同一冬播期,品种间差异显著。吸水率在各播期处理间差异不显著,面团形成时间和稳定时间在播期处理间差异极显著。冬播较春播降低春小麦籽粒蛋白质含量、沉降值和湿面筋含量,同一小麦品种的冬播处理间籽粒品质差异不显著,同一冬播期,籽粒的沉降值和湿面筋含量在品种间差异极显著,以‘新春 43 号’和‘新春 6 号’品质较优。

表 6 2018—2019 年各播期处理春小麦品种面团流变学特性

Table 6 Dough rheological properties of spring wheat varieties by different sowing treatment from 2018 to 2019						
播期处理 Sowing treatment	品种 Cultivar	沉降值/mL Sedimentation	湿面筋含量/% Wet gluten content	吸水率/% Water absorption rate	形成时间/min Forming time	稳定时间/min Stable time
B ₁	新春 6 号	35.34 c	34.80 b	61.90 b	2.30 e	2.40 g
	新春 20 号	30.96 e	35.00 c	61.60 b	2.50 d	1.80 l
	新春 27 号	33.62 d	29.85 e	59.70 b	2.70 c	3.50 a
	新春 43 号	39.50 a	39.45 ab	65.10 a	3.30 a	3.10 b
	平均 Average	34.86 b	34.78 b	62.08 a	2.70 a	2.70 a
B ₂	新春 6 号	33.46 d	36.40 bc	60.20 b	2.70 d	2.30 g
	新春 20 号	30.02 ef	31.95 d	60.90 b	2.30 f	2.10 h
	新春 27 号	35.01 cd	30.40 e	60.70 b	3.00 b	3.60 c
	新春 43 号	34.37 cd	34.25 c	62.90 ab	2.90 bc	2.40 g
	平均 Average	33.22 b	33.25 b	61.18 a	2.73 a	2.60 a
B ₃	新春 6 号	33.03 d	36.25 bc	60.70 b	2.80 c	2.00 h
	新春 20 号	29.24 f	31.40 de	60.60 b	2.30 e	2.30 g
	新春 27 号	37.34 b	29.85 e	60.40 b	3.00 b	2.90 e
	新春 43 号	36.20 bc	40.50 a	65.00 a	2.90 bc	2.30 g
	平均 Average	33.95 b	34.50 b	61.68 a	2.75 a	2.38 a
B ₄	新春 6 号	37.55 b	37.70 b	59.40 b	2.80 c	2.10 h
	新春 20 号	35.24 cd	35.60 c	60.50 b	2.50 d	2.60 f
	新春 27 号	34.09 cd	32.45 d	60.70 b	3.20 ab	3.30 d
	新春 43 号	40.67 a	39.95 a	65.10 a	3.40 a	3.00 e
	平均 Average	36.89 a	36.43 a	61.43 a	2.85 a	2.75 a
F	播期(S)	5.56 **	3.78 *	0.44	8.06 **	36.42 **
	品种(C)	20.15 **	35.22 **	11.65 **	28.06 **	132.42 **
	S×C	3.80 **	2.69 **	0.54	3.10 **	20.17 **

3 讨论与结论

播期通过影响冬播春小麦品种越冬的形态而影响出苗率^[6,8]。新疆北疆灌区冬播春小麦品种以幼芽、幼根长到3~4 mm时越冬较好^[7]。冬播春小麦冬前胚根长1.5~3.0 cm,胚芽长1.0~1.5 cm,翌年春天较适期春播早出苗10~12 d,出苗率64.0%以上,而冬前种子未萌动的冬播小麦,翌年春天出苗较前者晚5~7 d,出苗率为51.4%^[19]。春小麦品种冬播最适宜播种期是5 cm地温稳定在0~3℃时,该条件下越冬种子遭受冻害较轻^[7]。4℃低温降低小麦发芽速度和阻碍幼苗生长,降低根长和根干重^[20]。冬播春小麦较正常播种生育期延长13 d、早熟9 d,可获得7 852.8 kg/hm²产量^[6]。

本研究结果表明:2017—2018和2018—2019年越冬期4 cm地温最低分别为-5.98和-3.36℃(图1和图2),B₁、B₂和B₃冬播期小麦种子分别以一叶一心、发芽和萌动状态越冬,均较春播小麦早出苗、早成熟且生育期延长;冬播显著降低出苗率、基本苗数、总茎数峰值和穗数。2018—2019年冬播处理出苗率(64.30%)比2017—2018年(54.06%)高出10.24个百分点。可见,越冬期间种芽经历的低温条件是影响冬播春小麦出苗率的主要因素。越冬期间4 cm地温最低值降至-3.36℃以下时,冬播春小麦种芽可遭受冻害,大幅度降低出苗率。越冬期间种芽经历温度越低,小麦受冻害越严重,出苗率越低。2年试验结果表明,冬播处理各春小麦品种平均出苗率差异不显著;而同一冬播期不同春麦品种间的出苗率差异显著。冬播期仅仅改变了小麦种芽越冬形态,可能是同一小麦品种的不同越冬形态间抗冻性差异较小的缘故,不同小麦品种间芽期的抗冻性差异较大。因此,选择冬播出苗率高的小麦品种是获得高产的前提条件^[7]。考虑到10月中旬适墒播种春麦品种,若遇到暖冬年份,小麦可能进入2叶期以上苗龄,增加遭受严重冻害的风险。2年试验结果表明,冬播春小麦产量处理间差异不显著,而同一冬播期的不同春小麦产量在品种间差异显著。

播期对小麦籽粒品质有一定的影响^[21]。关于播期对小麦籽粒品质影响的研究结果不一致。范金平等^[22]研究表明,冬小麦随着播期的推迟,小麦蛋白质含量、湿面筋含量和沉降值等品质指标呈现上升的趋势;刘芳亮等^[23]研究表明,冬小麦随播期推

迟,蛋白质和湿面筋含量呈下降趋势,面团稳定时间呈上升趋势。本研究结果表明,春小麦品种冬播较春播籽粒蛋白质含量、沉降值和湿面筋含量均显著降低;冬播春小麦籽粒品质指标在播期处理间差异不显著;而同一冬播期不同春小麦籽粒品质指标在品种间差异显著,可能是因为蛋白质含量与抽穗—成熟期的日均温度呈显著正相关^[24],而冬播春小麦成熟期(6月底—7月初)较春小麦(7月上和中旬)提前10 d左右,灌浆期处于较低温度的缘故。参试小麦品种成熟期在各冬播处理间无显著差异,籽粒灌浆期温度条件也相近,是冬播春小麦籽粒品质指标差异不显著的原因。有关冬播春小麦品质变化规律有待进一步试验验证。

综合考虑出苗率、产量和籽粒品质等因素,在本试验条件下,选择芽期抗冻性强、越冬出苗率高、产量高和品质优的春小麦品种,在10月下旬—11月上旬是新疆维吾尔自治区北疆春小麦品种适宜的播期。

参考文献 References

- [1] 李放. 春麦冬播的优越性和田间技术的初步研究[J]. 中国农业科学, 1961, 2(1): 20-23
Li F. Preliminary study on the superiority of spring ophiopogon sowing and field technology[J]. *Scientia Agricultura Sinica*, 1961, 2(1): 20-23 (in Chinese)
- [2] 李灿云, 谢学林. 在北疆种植包蛋春麦是解决棉粮倒茬的一条新途径[J]. 新疆农垦科技, 1996, 1(6): 16-18
Li C Y, Xie X L. A new way to grow in the northern spring wheat egg package to solve the cotton crop of grain down[J]. *Xinjiang Farm Research of Science and Technology*, 1996, 1(6): 16-18 (in Chinese)
- [3] 王荣栋, 尹经章. 作物栽培学(第二版)[M]. 北京: 高等教育出版社, 2015
Wang R D, Yin J Z. *Crop Cultivation Science* [M]. 2nd Edition. Beijing: Higher Education Press, 2015 (in Chinese)
- [4] 赵俊芳, 赵艳霞, 郭建平, 穆佳. 基于干热风危害指数的黄淮海地区冬小麦干热风灾损评估[J]. 生态学报, 2015, 35(16): 5287-5293
Zhao J F, Zhao Y X, Guo J P, Mu J. Assessment of the yield loss of winter wheat caused by dry-hot wind in Huanghuaihai plain based on the hazard index of dry-hot wind[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2015, 35(16): 5287-5293 (in Chinese)
- [5] 成林, 张志红, 方文松. 干热风对冬小麦灌浆速率和千粒重的

- 影响[J]. 麦类作物学报, 2014, 34(2): 248-254
- Cheng L, Zhang Z H, Fang W S. Effects of dry-hot wind on grain filling speed and 1 000-kernel weight of winter wheat[J]. *Journal of Triticeae Crops*, 2014, 34 (2): 248-254 (in Chinese)
- [6] 薛丽华, 王铜, 李磊, 周芳芝, 王欢, 苏文平, 章建新. 北疆超晚冬播小麦高产生育规律及干物质积累研究[J]. 干旱地区农业研究, 2019, 37(6): 153-159, 165
- Xue L H, Wang T, Li L, Zhou F Z, Wang H, Su W P, Zhang J X. Study on the growth regularity of high yield and dry matter accumulation of the extremely-late winter sown wheat in Northern Xinjiang[J]. *Agricultural Research in the Arid Areas*, 2019, 37(6): 153-159, 165 (in Chinese)
- [7] 吉林省春小麦冬播技术考察团. 春小麦冬播技术考察报告[J]. 吉林农业科学, 1960, 16(5): 4-12
- Jilin Province Spring Wheat Winter Sowing Technology Mission. Observation report on winter planting spring wheat[J]. *Journal of Jilin Agricultural Sciences*, 1960, 16 (5): 4-12 (in Chinese)
- [8] 周克宽, 徐豹. 春麦转化为冬麦的试验[J]. 科学通报, 1954, 5(3): 72-75
- Zhou K K, Xu B. Experiment of transforming spring wheat into winter wheat[J]. *Chinese Science Bulletin*, 1954, 5(3): 72-75 (in Chinese)
- [9] 孙凤舞. 春小麦近冬播种问题综述[J]. 东北农学院学报, 1961, 2(4): 33-39
- Sun F W. Summarization of spring wheat sowing in recent winter[J]. *Journal of Northeast Agricultural College*, 1961, 2(4): 33-39 (in Chinese)
- [10] 乌鲁木齐垦区生产办公室. 春小麦冬播的栽培技术[J]. 新疆农业科学通报, 1958, 13(4): 142-143
- Urumqi Reclamation Production Office. Cultivation techniques of winter sowing spring wheat [J]. *Xinjiang Agricultural Science Bulletin*, 1958, 13(4): 142-143 (in Chinese)
- [11] 蒋琳, 王中奇, 季志云. 包蛋麦滴灌高产栽培技术[J]. 新疆农垦科技, 2014, 31(10): 8-9
- Jiang L, Wang Z Q, Ji Z Y. High-yield cultivation techniques of egg-wrapped wheat by drip Irrigation[J]. *Xinjiang Farm Research of Science and Technology*, 2014, 31 (10): 8-9 (in Chinese)
- [12] 孔德真, 崔凤娟, 聂迎彬, 桑伟, 徐红军, 穆培源, 田笑明. 新疆北部春小麦晚播和春播对其生长发育和产量差异的影响分析[J]. 新疆农垦科技, 2019, 42(1): 3-7
- Kong D Z, Cui F J, Nie Y B, Sang W, Xu H J, Mu P Y, Tian X M. Analysis on the Influence of late sowing and spring sowing of spring wheat on the difference of growth and yield in north xinjiang[J]. *Xinjiang Farm Research of Science and Technology*, 2019, 42(1): 3-7 (in Chinese)
- [13] 李磊, 王铜, 汪晓东, 王欢, 苏文平, 薛丽华, 周芳芝, 章建新. 北疆超晚播小麦品种生育特性及产量比较[J]. 麦类作物学报, 2020, 40(7): 1-6
- Li L, Wang T, Wang X D, Wang H, Su W P, Xue L H, Zhou F Z, Zhang J X. Comparison of growth characteristics and yield of wheat varieties under super late sowing in north xinjiang[J]. *Journal of Triticeae Crops*, 2020, 40(7): 1-6 (in Chinese)
- [14] GB/T 5498—2013, 粮油检验容重测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 2013
- GB/T 5498—2013, Inspection of grain and bulk density measurement[S]. Beijing: China Standard Press, 2013 (in Chinese)
- [15] AACC26—20, 实验制粉布勒氏法[S]. 北京: 中国标准出版社, 2006
- AACC26—20, Experimental milling, buhler method [S]. Beijing: China Standard Press, 2006 (in Chinese)
- [16] GB/T 10361—2008, 小麦、黑麦及其面粉, 杜伦麦及其粗粒粉降落数值的测定 hagberg-Perten 法[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008
- GB/T 10361—2008, Determination of wheat, rye and wheat flour, semolina and durum hagberg-perten falling number method[S]. Beijing: China Standard Press, 2008 (in Chinese)
- [17] GB/T 5506. 2—2008, 小麦和小麦粉面筋含量第 2 部分: 仪器法测定湿面筋[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008
- GB/T 5506. 2—2008, Wheat flour and wheat gluten content-part 2: determination of wet gluten instrumental method[S]. Beijing: China Standard Press, 2008 (in Chinese)
- [18] GB/T 14614—2006, 小麦粉面团的物理特性吸水性和流变学特性的测定粉质仪法[S]. 北京: 中国标准出版社, 2006
- GB/T 14614—2006, Wheat flour-the physical properties of the dough-determination of water absorption and rheological properties-farinograph method [S]. Beijing: China Standard Press, 2006 (in Chinese)
- [19] 李灿云. 包蛋小麦不同品种种植效果试验初报[J]. 新疆农垦科技, 1992, 15(5): 19-20
- Li C Y. Preliminary report on planting effects of different varieties of egg-wrapped wheat[J]. *Xinjiang Farm Research of Science and Technology*, 1992, 15(5): 19-20 (in Chinese)
- [20] 张泽全, 舒长生, 董雪芳, 赖运平, 李俊, 魏会廷, 彭正松, 杨武云. 低温对小麦种子萌发和幼苗生长的影响[J]. 西南农业学报, 2010, 23(1): 22-25

Zhang Z Q, Shu C S, Dong X F, Lai Y P, Li J, Wei H T, Peng Z S, Yang W Y. The effect of low temperature on wheat seed germination and seedling growth of wheat[J]. *Southwest China Journal of Agricultural Sciences*, 2010, 23(1): 22-25 (in Chinese)

[21] 屈会娟, 李金才, 沈学善, 魏凤珍, 王成雨, 鄧胜军. 种植密度和播期对冬小麦品种兰考矮早八干物质和氮素积累与转运的影响[J]. 作物学报, 2009, 35(1): 124-131

Qu H J, Li J C, Shen X S, Wei F Z, Wang C Y, Zhi S J. Effects of plant density and seeding date on Accumulation and translocation of dry matter and nitrogen in winter wheat cultivar Lankao Ai zao 8[J]. *Acta Agronomica Sinica*, 2009, 35(1): 124-131 (in Chinese)

[22] 范金平, 陆成彬, 吴建中, 褚正虎, 彭军成. 不同晚播条件对‘扬麦 20’产量和品质的影响[J]. 中国农学通报, 2017, 35(8): 1-4

Fan J P, Lu C B, Wu J Z, Chu Z H, Peng J C. Effect of delayed sowing dates on yield and quality traits of wheat cultivar ‘Yangmai 20’ [J]. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2017, 35(8): 1-4 (in Chinese)

[23] 刘芳亮, 张保军, 张正茂, 陈魏涛, 张赵星, 李娜, 吕冰. 播期和密度对普冰 151 小麦籽粒产量与品质的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2016, 34(6): 1-7, 14

Liu F L, Zhang B J, Zhang Z M, Chen W T, Zhang Z X, Li N, Lv B. Effect of sowing date and planting density on grain yield and quality of winter wheat Pubing 151[J]. *Agricultural Research in the Arid Areas*, 2016, 34 (6): 1-7, 14 (in Chinese)

[24] 曹广才, 吴东兵, 陈贺芹, 强小林, 冬梅, 寇皞, 王建林, 侯立白, 李萌. 温度和日照与春播小麦品质的关系[J]. 中国农业科学, 2004, 37(5): 663-669

Cao G C, Wu D B, Chen H Q, Qiang X L, Dong M, Kou H, Wang J L, Hou L B, Li M. Relationship between temperature, sunshine and quality of spring-sowing wheat[J]. *Scientia Agricultura Sinica*, 2004, 37 (5): 663-669 (in Chinese)

责任编辑: 吕晓梅