

北疆超晚冬播小麦高产生育规律 及干物质积累研究

薛丽华¹,王 铜²,李 磊²,周芳芝³,王 欢²,苏文平²,章建新²

(1.新疆农业科学院粮食作物研究所,新疆 乌鲁木齐 830091;2.新疆农业大学农学院,新疆 乌鲁木齐 830052;
3.新疆农业科学院墨玉农业实验站,新疆 和田 848100)

摘 要:为探明北疆超晚冬播小麦高产生育特性和干物质积累分配规律,2016—2018 年采用裂区设计研究了 3 个超晚冬播处理(B_0 、 B_1 、 B_2)与春播处理(B_3)对新春 6 号、新春 27 号、新春 29 号、新春 43 号的生育特性、叶面积指数、干物质积累和产量的影响。结果表明:超晚播小麦比春小麦(B_3)早出苗 13~24 d、早成熟 7~9 d,延长生育期 2~18 d,增加穗粒数 1.6%~45.5%、增加千粒重 9.4%~19.5%;降低基本苗数 15.6%~60.0%、总茎数峰值 5.4%~24.2%、成穗数 21.3%~36.7%、叶面积指数峰值 25.7%~37.7%,可增加干物质积累质量 4.4%~44.1%,提高经济系数 6.4%~21.5%,增加产量 11.4%~21.2%。各品种超晚冬播处理以 11 月初播种(B_2)产量较高。其中,新春 27 号 B_2 获得产量 7 852.8 kg·hm⁻²,生育期较春小麦延长 13 d,早熟 9 d;基本苗数 270 万株·hm⁻²、成穗数 441.7 万穗·hm⁻²,最高叶面积指数 4.6,干物质积累质量 17 685.7 kg·hm⁻²,经济系数为 0.47。新春 27 号在 11 月初播种,播量为 1 000 万粒·hm⁻²,可获得产量 7 852.8 kg·hm⁻²。

关键词:小麦;超晚冬播;播期;春小麦;生育特性;干物质质量

中图分类号:S352.1;S512.1 **文献标志码:**A

Study on the growth regularity of high yield and dry matter accumulation of the extremely-late winter sown wheat in Northern Xinjiang

XUE Lihua¹, WANG Tong², LI Lei², ZHOU Fangzhi³, WANG Huan², Su Wenping², ZHANG Jianxin²

(1. Grain Crops Research Institute of Xinjiang Academy of Agricultural Sciences, Urumqi, Xinjiang 830091, China;
2. College of Agronomy, Xinjiang Agricultural University, Urumqi, Xinjiang 830052, China;
3. Moyu Test Station, Xinjiang Academy of Agricultural Sciences, Hetian 848100, China)

Abstract: In order to investigate characteristics of growth and dry matter accumulation and distribution of high yield wheat under extremely-late winter sowing in the Northern Xinjiang. In 2016–2018, a split-plot experiment design was used to study the effects of sowing date treatment of three extremely-late winter sowing (B_0 , B_1 , and B_2) and spring sowing (B_3) on the growth characteristics, leaf area index, dry matter accumulation, and yield of the Xinchun 6, Xinchun 27, Xinchun 29, and Xinchun 43. The results showed that compared with spring wheat (B_3), extremely-late sowed winter wheat emerged seedling 13~24 d earlier, matured 7~9 d earlier, extended growth period 2~18 d, increased grain number per ear by 1.6%~45.5% and 1000-grain weight by 9.4%~19.5%; reduced basic seedling number by 15.6%~60.0%, highest stem by 5.4%~24.2%, ear number by 21.3%~36.7%, and peak of leaf area index by 25.7%~37.7%; increased dry matter quality by 4.4%~44.1%, economic coefficient by 6.4%~21.5%, and yield by 11.4%~21.2%. Among of them, the yield of B_2 treatment was higher in early November and the yield of Xinchun27 (B_2) was 7 852.8 kg·hm⁻² and the growth period was 13 days longer than that of spring wheat, and the maturity was 9 days earlier, and basic seedling number 270×10⁴ with spike number of 441.7

$\times 10^4$, maximum leaf area index of 4.6, dry matter accumulation mass of $17\ 685.7\text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$, and economic coefficient of 0.47. The Xinchun 27 was sown in early November, with a sowing density of $1\ 000 \times 10^4\text{ grains} \cdot \text{hm}^{-2}$, and yield attained $7\ 852.8\text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$.

Keyword: wheat; extremely-late winter sowing; sowing date; spring wheat; growth characteristics; dry matter

超晚播小麦是指冬前叶龄小于 3 叶的小麦,最晚播的冬前不能出苗,俗称“土里捂”^[1]。北疆超晚冬播小麦在 10 月中旬至 11 月中旬(冻前)播种,较适期播冬小麦(9 月 15 日至 25 日)^[2]晚近 30 d。以出苗、发芽或萌动状态在积雪覆盖下越冬,早春出苗。与春小麦相比,超晚冬播小麦具有春季早出苗、早成熟等优点^[3-4],因此,可以降低干热风危害^[5-6]的风险,增加产量,但易出现春季出苗率低而不稳^[4],限制了该技术在生产上的应用。新疆棉花、小麦种植面积大,棉花收获后种植小麦是棉田最主要的倒茬方式。由于北疆棉花在 10 月下旬才收获完毕,棉茬小麦只能在 10 月下旬后播种。因此,超晚冬播小麦适合于棉茬等前茬作物收获晚需倒茬的小麦地块。超晚冬播小麦还具有节水的优点^[7],应用前景广阔。在 20 世纪 60 年代,仅有东北^[8-10]、新疆^[11]春麦区冬播小麦生产经验介绍^[12]。将春小麦品种超晚冬播产量高于冬小麦^[4],缺乏系统的科学试验研究结果。近年,由于作物倒茬和节水的需要,超晚冬播小麦技术在黄淮冬麦区受到重视^[7,13-14]。北疆超晚冬播小麦出苗条件与黄淮冬麦区超晚播小麦不同,幼苗、种芽在厚积雪的覆盖下,需经过漫长严寒的冬季,在复杂多变的温度、水分环境下出苗。北疆超晚冬播小麦高产生育特性不清楚,限制了超晚冬播小麦技术在晚茬田增产、节水潜力的发挥。本文在田间研究了不同超晚冬播期对春小麦品种生育进程、干物质积累及产量等的影响,为超晚冬播小麦高产栽培提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料与设计

试验于 2016—2018 年在新疆农业科学院玛纳斯试验站进行。2016—2017 年试验地前茬为冬小麦。基础肥力:0~20 cm 土层有机质为 $13.3\text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$,碱解氮 $51.4\text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,速效磷为 $21.1\text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,速效钾为 $216.0\text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。基施尿素 $45\text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 、磷酸二铵 $300\text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。试验采用裂区设计,品种处理主区:新春 6 号、新春 27 号、新春 29 号;播期处理副区:10 月 25 日(B_1)、11 月 5 日(B_2)、3 月 27 日(B_3),共 9 个处理,小区面积为 $3\text{ m} \times 4\text{ m} = 12\text{ m}^2$,重复 3 次。10 月初灌底墒水 $750\text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$ 。人

工开沟播种,行距 20 cm,冬前播种量 $1\ 000.0 \times 10^4\text{ 粒} \cdot \text{hm}^{-2}$,春播 $750.0 \times 10^4\text{ 粒} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。采用滴灌,毛管 1 管 4 行配置,毛管间距 80 cm,于第二年小麦拔节期、孕穗期、开花期、灌浆期各滴灌水一次,每次 $750\text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$ 。分别在拔节期、孕穗期随水各滴入尿素 $225\text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$,共施尿素 $450\text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。

2017—2018 年试验地前茬为冬小麦。基础肥力:0~20 cm 有机质为 $12.1\text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$,碱解氮 $53.6\text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,速效磷为 $19.2\text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,速效钾为 $196.0\text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。基施尿素 $45\text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 、磷酸二铵 $300\text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。试验设计同 2016—2017 年,品种处理主区:新春 6 号(早熟)、新春 27 号(晚熟)、新春 29 号(晚熟)、新春 43 号(晚熟);播期处理副区:10 月 15 日(B_0)、10 月 25 日(B_1)、11 月 2 日(B_2)、4 月 2 日(B_3)共 16 个处理,小区面积为 $3\text{ m} \times 4\text{ m} = 12\text{ m}^2$,重复 3 次。其余田间管理与 2016—2017 年相同。

1.2 测定项目与方法

1.2.1 生育进程记载及总茎数动态测定 12 月 1 日(小麦已停止生长)调查各冬播处理小麦越冬种苗形态,记载各处理小麦的生育进程。从出苗后开始,各处理分别选取有代表性的 100 cm 长样段 3 行,每 10 d 左右调查一次总茎数动态至齐穗期后停止,计算单株分蘖成穗数(成穗数/基本苗数-1)。

1.2.2 叶面积指数及干物质质量测定 2016—2017 年,自 4 月 1 日起每 15 d 左右(2017—2018 年,自 4 月 24 日起每 10 d 左右),各小区连续取生长整齐一致具有代表性样段 30 茎,采用长宽系数法测定绿叶面积,计算单茎平均绿叶面积,并将所取样品在 105°C 下杀青 30 min,然后在 80°C 下烘至恒重,称质量。

叶面积指数(LAI)=总茎数 $\times$ 单茎绿叶面积 $\div$ 土地面积

干物质质量($\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$)=总茎数 $\times$ 单茎质量

1.2.3 产量测定 成熟期各小区去边行选取中间具有代表性样点(每样点面积 6 m^2)收获、脱粒、自然风干后称各小区籽粒质量,同时用谷物水分速测仪测籽粒含水率。以 3 点小区平均值和籽粒含水率计算各处理含水量为 13%的折合产量,测定千粒重。各处理取 3 个有代表性样点(每样点面积 0.3 m^2)调查穗数,每点各取 30 个茎考察穗粒数。

1.3 统计分析

采用 Microsoft Excel 2010 进行数据处理和作图,运用 SPSS 16.0 软件进行方差分析。

2 结果与分析

2.1 超晚冬播小麦的生育进程和生育期

2016—2017 年各品种冬播 B₁、B₂处理分别以 1 心叶、种子萌动状态越冬。由表 1 可见,与 B₃相比,新春 6 号冬播 B₁、B₂处理早出苗 13 d、15 d,分别提早成熟 11 d、9 d,生育期均延长 4 d,新春 27 号和新春 29 号与新春 6 号表现相似。同一播期新春 6 号的成熟期均较新春 27 号(新春 29 号)早 2 d、生育期短 2 d。各品种冬播较春播处理生育进程提前、提早成熟、生育期延长 4~8 d。2017—2018 年各品种

冬播 B₁、B₂处理分别以 1 心叶、种子萌动状态越冬,与 2016—2017 年相同,B₀处理均以 2 叶 1 心状态越冬。由表 2 可见,新春 6 号冬播 B₀、B₁、B₂处理分别比 B₃早出苗,B₁、B₂处理分别早 24、21 d,分别提早成熟 9、9、7 d,生育期分别延长 18、15、14 d;新春 27 号和新春 29 号与新春 6 号表现相似。2017—2018 年超晚冬播小麦比 2016—2017 年生育期延长时间长,主要是因为 2017—2018 年春小麦播期晚。两年结果一致,超晚冬播小麦出苗、成熟比春小麦早且生育期延长。

2.2 超晚冬播小麦的总茎数动态

由图 1 可见,2017—2018 年不同品种各播期总茎数差异显著。新春 6 号 B₀、B₁、B₂的基本苗数(4 月 5 日)分别比 B₃(4 月 15 日)降低 60.0%、41.1%、

表 1 冬播对小麦生育进程的影响(2017 年)

Table 1 Effects of winter sowing date on growing process of wheat (2017)

播期(月-日) Sowing date (m-d)	品种 Cultivar	生育进程(月-日) Growth process (m-d)					生育期 Growth period/d
		出苗期 Emergence	拔节期 Jointing	孕穗期 Booting	开花期 Flowering	成熟期 Maturity	
B ₁ (10-25)	新春 6 号 Xinchun 6	03-22	04-25	05-06	05-24	06-25	95
	新春 27 号 Xinchun 27	03-22	04-25	05-08	05-26	06-27	97
	新春 29 号 Xinchun 29	03-22	04-25	05-08	05-28	06-27	97
B ₂ (11-05)	新春 6 号 Xinchun 6	03-24	04-28	05-10	05-30	06-27	95
	新春 27 号 Xinchun 27	03-24	04-28	05-11	06-01	06-29	97
	新春 29 号 Xinchun 29	03-24	04-28	05-12	06-03	06-29	97
B ₃ (03-27)	新春 6 号 Xinchun 6	04-06	05-01	05-20	06-08	07-06	91
	新春 27 号 Xinchun 27	04-06	05-01	05-23	06-10	07-08	93
	新春 29 号 Xinchun 29	04-06	05-01	05-20	06-12	07-08	93

表 2 冬播对小麦生育进程的影响(2018 年)

Table 2 Effects of winter sowing date on growing process of wheat (2018)

播期(月-日) Sowing date (m-d)	品种 Cultivar	生育进程(月-日) Growth process (m-d)					生育期 Growth period/d
		出苗期 Emergence	拔节期 Jointing	孕穗期 Booting	开花期 Flowering	成熟期 Maturity	
B ₀ (10-15)	新春 6 号 Xinchun 6	01-12	04-22	05-04	05-24	06-25	101
	新春 27 号 Xinchun 27	01-12	04-22	05-08	05-26	06-26	102
	新春 29 号 Xinchun 29	01-12	04-24	05-08	05-28	06-28	103
	新春 43 号 Xinchun 43	01-12	04-24	05-08	05-26	06-28	102
	新春 6 号 Xinchun 6	03-19	04-24	05-06	05-26	06-25	98
B ₁ (10-25)	新春 27 号 Xinchun 27	03-19	04-28	05-11	05-30	06-25	98
	新春 29 号 Xinchun 29	03-19	04-28	05-12	05-27	07-28	101
	新春 43 号 Xinchun 43	03-19	04-26	05-11	05-30	06-28	101
	新春 6 号 Xinchun 6	03-22	04-26	05-06	05-28	06-27	97
B ₂ (11-02)	新春 27 号 Xinchun 27	03-22	04-28	05-13	05-30	06-28	98
	新春 29 号 Xinchun 29	03-22	04-30	05-15	05-30	06-29	99
	新春 43 号 Xinchun 43	03-22	04-28	05-13	05-30	07-01	99
	新春 6 号 Xinchun 6	04-12	05-01	05-15	05-30	07-04	83
B ₃ (04-02)	新春 27 号 Xinchun 27	04-12	05-04	05-19	06-01	07-06	85
	新春 29 号 Xinchun 29	04-12	05-04	05-24	06-04	07-08	88
	新春 43 号 Xinchun 43	04-12	05-04	05-20	06-03	07-06	85

注:处理 B₁生育期为返青期(3 月 16 日)至成熟期的天数。
Note:The growing season of treatment B₁ was days from green up date (16 March) to maturity.

15.6%;新春 27 号 B₀、B₁、B₂的基本苗数分别比 B₃降低 64.2%、36.8%、33.7%;新春 29 号 B₀、B₁、B₂的基本苗数分别比 B₃降低 79.4%、52.6%、15.5%;新春 43 号 B₀、B₁、B₂的基本苗数分别比 B₃降低 58.7%、55.4%、43.5%。各品种 B₂的基本苗数降幅均较小。其中,以新春 6 号、新春 27 号、新春 29 号的 B₂基本苗降幅分别为 15.6%、33.7%、15.5%。各品种 B₀、B₁、B₂处理的最高总茎数出现的日期均较 B₃(4 月 29 日)提前,其中 B₂处理的总茎数高峰出现在 5 月 5 日前后,且其峰值新春 6 号、新春 27 号、新春 29 号、新春 43 号分别低于 B₃处理 22.5%、12.4%、

5.4%、24.2%。其中,新春 6 号、新春 27 号、新春 29 号、新春 43 号 B₂处理的峰值分别为 $960 \times 10^4 \cdot \text{hm}^{-2}$ 、 $860 \times 10^4 \cdot \text{hm}^{-2}$ 、 $920 \times 10^4 \cdot \text{hm}^{-2}$ 、 $795 \times 10^4 \cdot \text{hm}^{-2}$,单株分蘖成穗数依次为 0.19、0.41、0.04、0.49。2016—2017 年结果与此一致(图略)。超晚冬播小麦基本苗数和最高总茎数较春小麦大幅度降低,以新春 6 号、新春 27 号 B₂处理基本苗数和最高总茎数较多,单株分蘖成穗数以新 43 号、新春 27 号较高。

2.3 超晚冬播小麦叶面积指数动态

由图 2 可见,2016—2017 年不同品种各播期叶面积指数差异显著。新春 6 号 B₁、B₂处理叶面积指

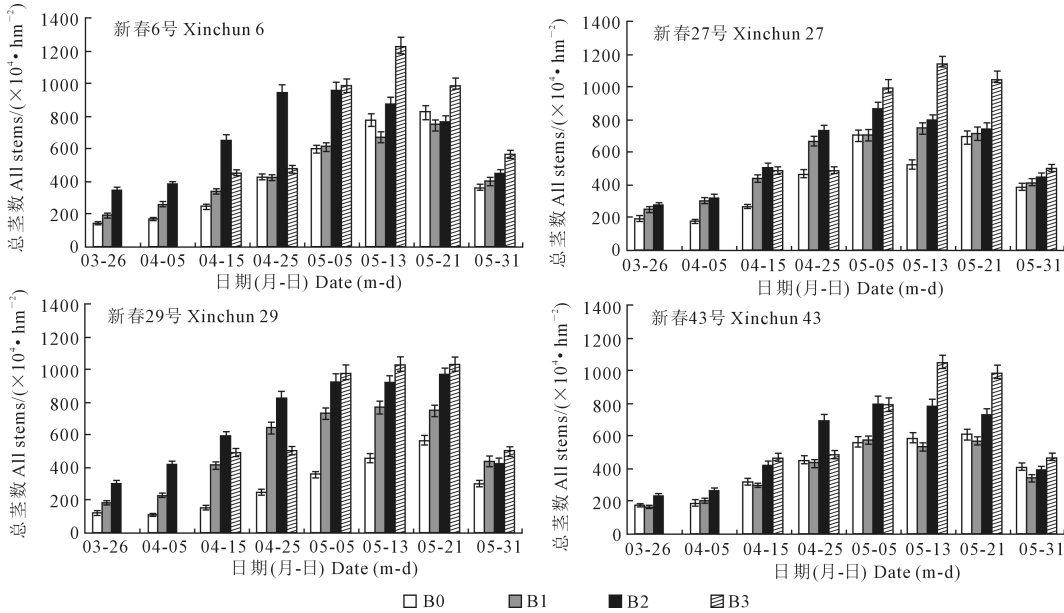


图 1 总茎数动态
Fig.1 Dynamics of total stem number

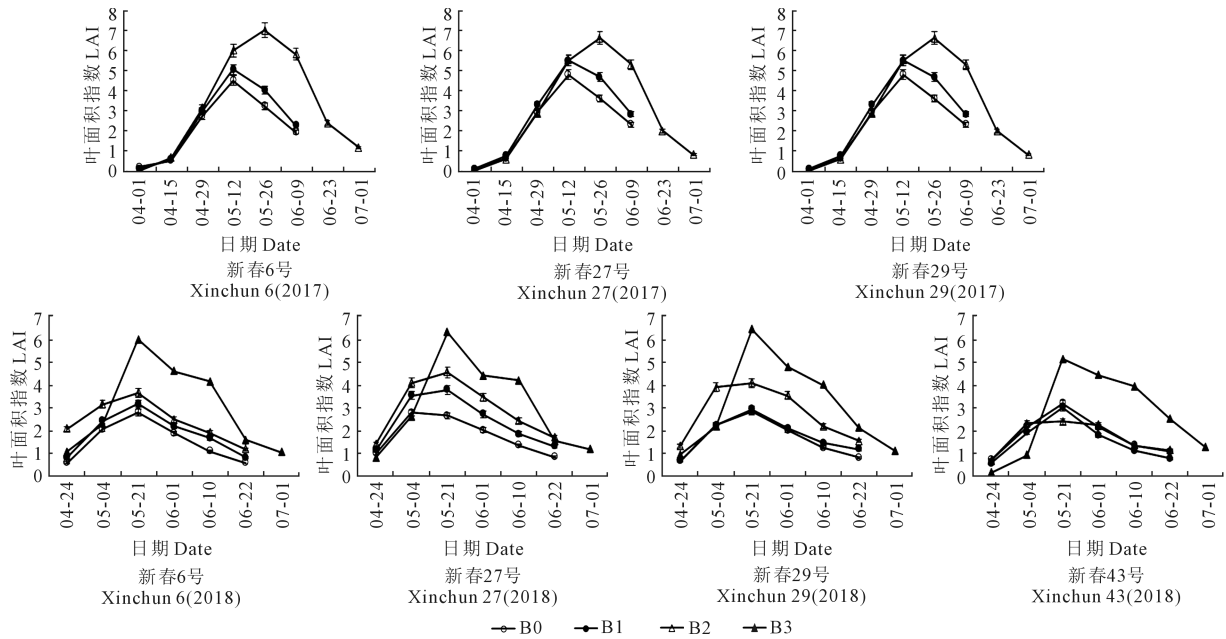


图 2 叶面积指数动态
Fig.2 Dynamics of leaf area index (LAI)

数峰值出现在 5 月 12 日,早于 B₃处理(5 月 26 日), B₁、B₂处理叶面积指数峰值分别为 4.5、5.1,较 B₃处理(7.0)大幅度降低,分别降低 35.7%、27.1%。新春 27 号、新春 29 号与新春 6 号表现一致,B₁、B₂处理叶面积指数峰值均较 B₃处理降低,以新春 27 号 B₂处理的叶面积指数峰值较高为 5.5,仅较 B₃处理降低 14.1%。2017—2018 年不同品种各播期叶面积指数差异显著,新春 6 号 B₀、B₁、B₂处理叶面积指数峰值出现在 5 月 12 日,早于 B₃处理(5 月 22 日), B₀、B₁、B₂处理叶面积指数的峰值分别为 4.0、4.5、5.4,较 B₃处理(6.0)大幅度降低,分别降低 33.4%、25.0%、10.0%。新春 27 号、新春 29 号、新春 43 号叶面积指数动态与新春 6 号表现一致,B₀、B₁、B₂处理均较 B₃处理降低,以新春 27 号 B₂处理叶面积指数峰值较高为 5.8,仅较 B₃处理降低 8.3%。两年结果一致,超晚冬播小麦叶面积指数较春小麦大幅度降低,且提早达到峰值,以新春 27 号 B₂处理的叶面积指数峰值较高。

2.4 超晚冬播小麦干物质积累动态

由图 3 可见,2016—2017 年各品种播期处理间干物质质量差异显著。新春 6 号 B₁、B₂干物质质量分别较 B₃减少 14.1%、11.5%;新春 27 号 B₁、B₂干物质质量分别较 B₃增加 19.9%、25.3%;新春 29 号 B₁、B₂干物质质量分别较 B₃减少 17.0%、6.0%。以新春 27 号 B₂处理较高,为 16 925.5 kg · hm⁻²。2017—2018 年各品种播期处理间干物质质量差异显著。新春 6 号 B₀、B₁、B₂干物质质量分别较 B₃增加-17.6%、9.8%、39.3%;

新春 27 号 B₀、B₁、B₂干物质质量分别较 B₃增加 29.0%、27.5%、61.1%;新春 29 号 B₀、B₁、B₂干物质质量分别较 B₃增加-4.3%、4.2%、44.0%;新春 43 号干物质质量分别较 B₃增加 11.8%、-5.4%、27.2%。除新春 6 号和新春 29 号 B₀、新春 43 号的 B₁干物质质量较对应品种 B₃略降低外,其余处理均较对应品种 B₃大幅度增加。其中,以新春 6 号、新春 27 号、新春 29 的 B₂处理较高,依次为 16 724.3、16 708.1、16 929.7 kg · hm⁻²。两年结果一致,超晚冬播小麦干物质质量可较春小麦大幅度增加,增幅因小麦品种、年份而异,以新春 27 号 B₂的干物质质量较高。

2.5 超晚冬播小麦经济系数

由图 4(a) 可见,2016—2017 年各品种播期处理间经济系数差异显著。新春 6 号 B₁、B₂经济系数分别较 B₃增加 15.8%、17.5%;新春 27 号 B₁、B₂经济系数分别较 B₃增加 6.4%、10.3%;新春 29 号 B₁、B₂经济系数分别较 B₃增加 25.2%、20.7%,以新春 27 号 B₂的经济系数较高,为 0.46。由图 4(b) 可见,2017—2018 年各品种播期处理间经济系数差异显著,新春 6 号 B₀、B₁、B₂经济系数分别较 B₃增加 6.1%、9.9%、10.1%;新春 27 号 B₀、B₁、B₂经济系数分别较 B₃增加 20.3%、20.0%、21.5%;新春 29 号 B₀、B₁、B₂经济系数分别较 B₃增加 11.9%、17.3%、10.1%;新春 43 号经济系数分别较 B₃增加 19.4%、12.8%、6.1%,以新春 27 号 B₂经济系数较高为 0.47。两年结果一致,超晚冬播小麦经济系数较春小麦大幅度增加,其增幅因品种而异,以新春 27 号 B₂的经济系数较高。

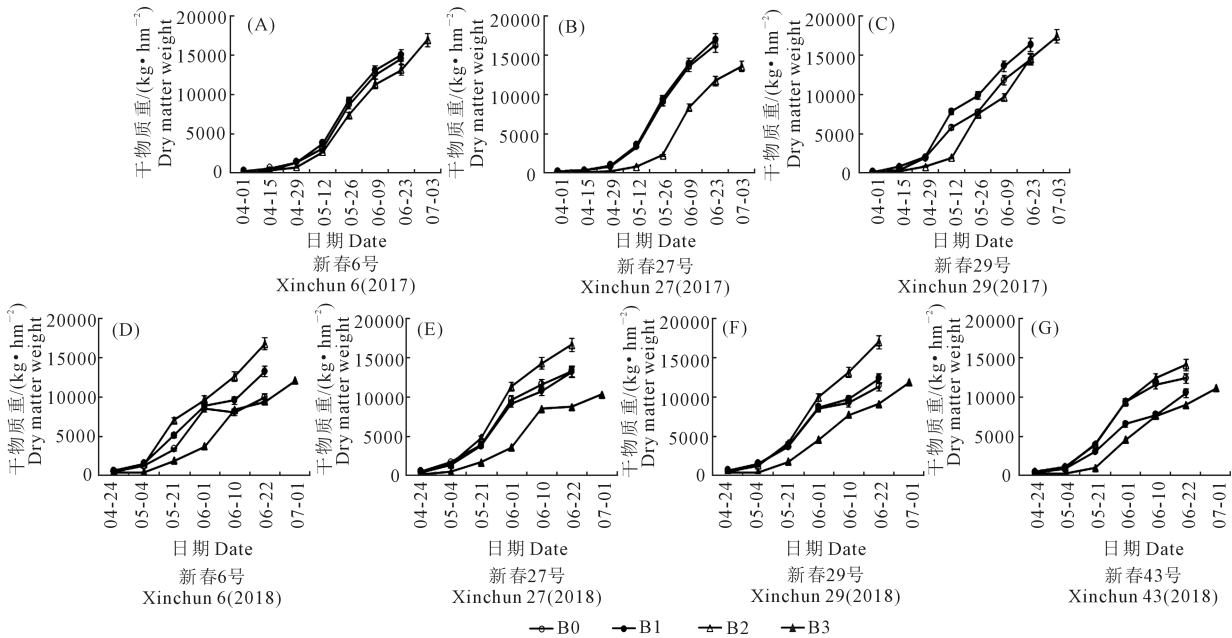


图 3 干物质质量积累动态
Fig.3 Dynamics of dry matters

2.6 超晚冬播小麦产量及其构成因素

由表 3 可见,2016—2017 年各品种播期处理间穗数、穗粒数、千粒重和产量均达显著水平。新春 6 号的 B₁、B₂较 B₃穗数分别减少 30.3%、31.4%,而穗粒数分别增加 36.7%、45.5%,千粒重分别增加 20.1%、19.5%,产量分别增加-0.52%、4.0%;新春 27 号、新春 29 号与新春 6 号表现相似。3 个品种平均产量以 B₂处理较高,为 7 184.4 kg · hm⁻²,较 B₃平均产量(6 454.5 kg · hm⁻²)增加 11.3%,较 B₁平均产量(6 475.3 kg · hm⁻²)增加 7.4%,其穗数较 B₃减少,穗粒数和千粒重增加较 B₃增加,以新春 27 号 B₂处理产量较高,为 7 764.7 kg · hm⁻²。

由表 4 可见,2017—2018 年各品种播期处理间穗数、穗粒数、千粒重和产量均达显著水平。新春 6 号的 B₀、B₁、B₂处理较 B₃穗数分别减少 36.7%、28.6%、21.3%,而穗粒数分别增加 1.6%、35.4%、29.6%,千粒重分别增加 12.4%、9.7%、9.4%,产量分别增加-27.6%、-3.3%、11.4%。新春 27 号、新春 29 号、新春 43 号与新春 6 号表现相似。4 个品种平均

产量以 B₂处理较高,为 7 268.9 kg · hm⁻²,较 B₃平均产量(6 032.6 kg · hm⁻²)增加 20.5%,较 B₀平均产量(5 997.0 kg · hm⁻²)增加 21.2%,较 B₁平均产量(6 141.0 kg · hm⁻²)增加 18.4%,其穗数较 B₃减少,穗粒数和千粒重增加较 B₃增加。以新春 27 号、新春 6 号 B₂处理产量较高,分别为 7 852.8、7 796.8 kg · hm⁻²。两年结果一致,以新春 27 号超晚冬播 B₂产量较高,主要原因是其穗数、穗粒数多于其它品种。

3 讨论与结论

播期是影响小麦生长发育、籽粒产量的重要栽培措施之一^[15-16]。适宜播期可以创建优良的群体结构,利于穗数、穗粒数和粒重的协调发展^[17]。北疆棉区春小麦多在 7 月中旬成熟,比冬小麦成熟期(6 月底)晚熟 15 d 左右^[18],极易受干热风危害,降低千粒重^[6]。播期改变超晚冬播小麦的越冬状态。北疆超晚冬播春小麦品种以幼芽、幼根长到 3~4 mm 时越冬较好^[11]。冬前胚根长 1.5~3 cm,胚芽长

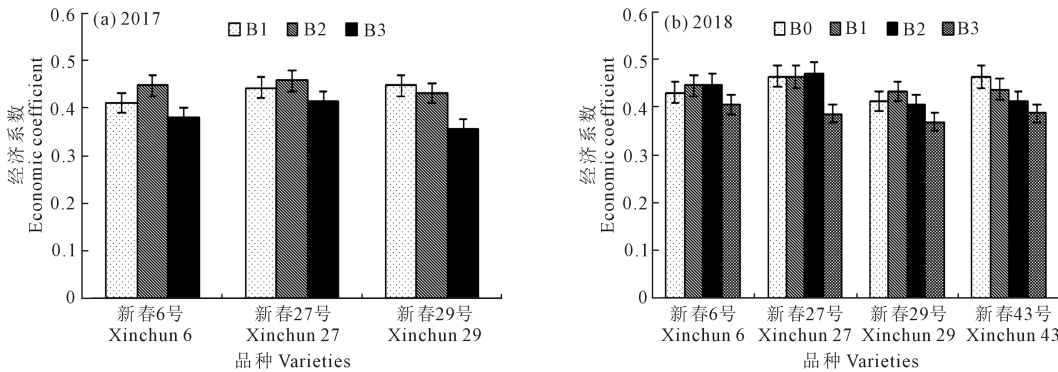


图 4 经济系数

Fig.4 Economic coefficient

表 3 产量及产量构成因素 (2016—2017 年)

Table 3 Yield and yield composition (2016-2017)

播期 Sowing date	品种 Cultivar	穗数/(×10 ⁴ · hm ⁻²) Spike number	穗粒数 Grain number	千粒重/g 1000-grain mass	产量/(kg · hm ⁻²) Yield
B ₁ (10-25)	新春 6 号 Xinchun 6	344.1f	40.2b	46.7a	6420.8cd
	新春 27 号 Xinchun 27	380.5e	42.2c	44.5ab	7170.8b
	新春 29 号 Xinchun 29	440.9c	33.9c	43.5b	6475.3cd
	平均 Average	388.5	38.8	44.9	6689.0
B ₂ (11-05)	新春 6 号 Xinchun 6	338.8f	42.8a	46.5ab	6714.9c
	新春 27 号 Xinchun 27	419.4d	41.8ab	44.3b	7764.7a
	新春 29 号 Xinchun 29	449.7c	40.8ab	38.8c	7073.6b
	平均 Average	402.6	41.8	43.2	7184.4
B ₃ (03-27)	新春 6 号 Xinchun 6	493.8b	29.4e	38.9c	6454.5cd
	新春 27 号 Xinchun 27	440.5c	32.1d	45.7ab	5621.1e
	新春 29 号 Xinchun 29	549.3a	31.4d	36.2d	6229.5d
	平均 Average	494.5	31.0	42.3	6454.5

注:同列数据后不同小写字母代表处理间在 0.05 水平上差异显著。下同。
Note: Values followed by different letters within a column are significant different at the 0.05 level. The same below.

表 4 产量及产量构成因素 (2017—2018 年)
Table 4 Yield and yield composition (2017–2018)

播期 Sowing dater	品种 Cultivar	穗数/($\times 10^4 \cdot \text{hm}^{-2}$) Spike number	穗粒数 Grain number	千粒重/g 1000–grain mass	产量/($\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$) Yield
B ₀ (10–15)	新春 6 号 Xinchun 6	361.7f	30.9ef	45.4a	5065.9g
	新春 27 号 Xinchun 27	383.3e	41.3ab	45.3a	7132.6b
	新春 29 号 Xinchun 29	291.7h	34.5d	41.1bc	5602.8e
	新春 43 号 Xinchun 43	398.3e	36.4c	42.9b	6186.8d
	平均 Average	358.8	35.775	43.7	5997.0
B ₁ (10–25)	新春 6 号 Xinchun 6	408.3de	37.3c	44.3ab	6768.6c
	新春 27 号 Xinchun 27	406.7de	39.5b	44.5ab	7144.4b
	新春 29 号 Xinchun 29	436.7cd	32.2e	42.2bc	5725.2e
	新春 43 号 Xinchun 43	336.7g	36.7c	40.3c	4925.7g
	平均 Average	397.1	36.4	42.8	6141.0
B ₂ (11–02)	新春 6 号 Xinchun 6	450.0c	39.4b	44.1ab	7796.8a
	新春 27 号 Xinchun 27	441.7cd	42.5a	41.8bc	7852.8a
	新春 29 号 Xinchun 29	423.3d	41.6ab	41.3bc	7184.0b
	新春 43 号 Xinchun 43	388.3e	40.0b	40.3c	6242.1d
	平均 Average	425.8	40.9	41.9	7268.9
B ₃ (04–02)	新春 6 号 Xinchun 6	571.7a	30.4f	40.4c	6997.4bc
	新春 27 号 Xinchun 27	491.7b	30.5f	36.7d	5496.2f
	新春 29 号 Xinchun 29	483.3b	29.2f	40.8c	5839.3e
	新春 43 号 Xinchun 43	465bc	31.7ef	39.1c	5797.4e
	平均 Average	477.9	29.1	39.3	6032.6

1.0~1.5 cm 冬播小麦,第二年春天较正常播种春小麦早出苗 10~12 d,出苗率 64%以上,而冬前种子未萌动冬播小麦,第二年春天出苗较前者晚 5~7 d,出苗率为 51.4%,选择适宜的春小麦品种是提高冬播小麦出苗率的关键^[5]。春小麦品种冬播最适宜播种期是 5 cm 地温稳定在 0~3℃左右时,在越冬时种子遭受冻害较轻^[8]。本试验结果表明:采用春小麦品种超晚冬播 B₀(2 叶 1 心越冬)、B₁(1 心叶越冬)、B₂(萌动越冬)处理均较春小麦早出苗、早成熟、延长生育期,增加穗粒数、千粒重和经济系数,可能是由于超晚冬播小麦生育进程提前,使其幼穗分化和籽粒灌浆期间的温度明显低于春小麦的结果;另一方面,超晚冬播小麦较春小麦降低基本苗数、总茎数峰值和穗数,降低叶面积指数峰值,各品种基本苗数多表现为 B₃>B₂>B₁>B₀,这可能是超晚冬播小麦出苗(或幼苗)要经过漫长严寒冬季而受冻害的缘故。结果表明 B₀处理以 2 叶 1 心状态越冬受冻害程度大于 B₂、B₁,而 B₂处理以种子萌动状态越冬,受冻害程度较轻,基本苗数较多,B₃处理未经越冬无冻害。新春 27 号 B₂基本苗数($315 \times 10^4 \cdot \text{hm}^{-2}$)虽然低于新春 6 号($380 \times 10^4 \cdot \text{hm}^{-2}$)、新春 29 号($410 \times 10^4 \cdot \text{hm}^{-2}$),但是其成穗数仍达 $441 \times 10^4 \cdot \text{hm}^{-2}$,是其单株分蘖成穗数较高(0.41)的缘故。表明在北疆冬麦区,采用越冬出苗率高和单株分蘖成

穗数高的春小麦品种在 11 月初播种,可以获得较高的成穗数。

2016—2017 年新春 6 号、新春 29 号 B₁、B₂干物质质量较 B₃降低,2017—2018 年 B₁、B₂较 B₃增加,可能是 2016—2017 年 B₃播期(3 月 27 日)早于 2017—2018 年(4 月 2 日),有利于 B₃干物质积累的结果。超晚冬播小麦的产量提高取决于穗粒数、千粒重的增加,对穗数降低起补偿作用。由于穗粒数、千粒重对产量的补偿作用有限,因此,争取较多的基本苗数保证穗数是超晚冬播小麦高产的技术关键。北疆采用新春 27 号在 11 月上旬播种可获得产量 $7\ 852.8 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。超晚冬播小麦比适期播种冬小麦节省出苗水、冬水;比春小麦早熟,可省去最后 1 次灌水,节水潜力很大。北疆冬麦区冬季有稳定积雪(降水约 70 mm),冬小麦可安全越冬,故不存在因冬季无雪覆盖使超晚冬播小麦受严重冻害的问题。目前,有关北疆超晚冬播小麦高产栽培的研究很少,出苗率低仍是制约超晚冬播小麦高产的重要因素。因此,为保证小麦高产的基本苗数,需适当增加播种量。在超晚冬播条件下,筛选种芽越冬出苗率高、分蘖成穗率高的高产小麦品种、改进播种技术、保证足穗数是北疆超晚冬播小麦高产亟需解决的问题。