

不同行距和播量对重穗型高产冬小麦生物学性状的影响

刘雪薇¹, 董宝婧¹, 苗芳², 王长发¹

(1. 西北农林科技大学农学院, 陕西 杨凌 712100; 2. 西北农林科技大学林学院, 陕西 杨凌 712100)

摘 要:以新培育的两个大穗大粒小麦品系为材料, 通过对参试材料的生物学性状等指标测定比较, 研究了不同播量和行距配置对重穗型高产冬小麦生物学性状的影响。结果表明, 播量控制在每公顷 450 万基本苗和 16.7 cm 行距配置模式下, 冠层温度、旗叶的叶绿素含量、倒二叶的叶绿素含量均优于其余配置处理, 播量控制在每公顷 450 万基本苗下的各处理有效穗数高于其余播量, 即每公顷 450 万基本苗处理优于其余处理。

关键词:重穗型高产冬小麦; 播量; 行距; 冠层温度; 生物学性状

中图分类号: S512.101 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2012)04-0161-05

小麦产量的高低, 取决于穗数、穗粒数和粒重三个因素的协调程度^[1-3], 而播种量、行距对小麦的产量构成因素及其相互协调有深刻的影响^[4-6]。张永丽等^[7-9]研究表明, 不同品种小麦的最佳种植密度范围不同, 马溶慧等^[10-12]研究指出密度对千粒质量影响不大, 而对产量和穗粒数有着显著的影响。在小麦产量进一步提升的努力中, 重穗型小麦受到人们的重视, 并出现了一些以重穗为主要特征的高产田块, 展现了该种类型小麦的发展前景, 但是长期以来, 由于生产上以中间型、多穗型小麦为主流, 它们的各种性状研究较多, 而重穗型小麦则相对薄弱, 为此, 作者在前人的研究基础之上, 选用新培育的小麦品系 522-041、527-171, 设计不同播种量、行距梯度, 探讨不同播种量、行距对重穗型高产冬小麦产量、生理及生物学性状的影响, 从而决选重穗型高产冬小麦播种量与行距的最佳组合, 进而丰富小麦高产理论, 并为重穗型冬小麦高产、稳产栽培提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

供试小麦为 522-041、527-171 两个品系, 这两个品系是新培育的冷型小麦, 具有矮化、穗重和粒大等特性。

1.2 试验设计

试验地位于西北农林科技大学农作试验站, 属中国小麦主产区——黄淮平原冬麦区, 为暖温带半

湿润气候, 年平均气温 12.9℃, 年平均降水量 623.2 mm。试验田播种前为空茬, 地势平坦, 灌溉方便, 土壤肥力为中上等, 播种前施足底肥, 田间管理按黄淮平原冬麦区品种比较试验的要求进行。

试验采用三因素(2 个品系、4 个播种量和 3 个行距)的条裂区随机区组排列, 重复 3 次。每个品系的 4 个播种量分别为每公顷 225 万(B₁)、300 万(B₂)、375 万(B₃)和 450 万(B₄)基本苗, 3 个行距分别为 16.7 cm(C₁)、20.0 cm(C₂)和 23.3 cm(C₃)。

1.3 观测指标及测定方法

冠层温度的测定方法: 观测所用仪器为 BAU-I 型红外测温仪, 分辨率为 0.1℃, 精度为常温 ±0.2℃, 响应时间 2~3 s, 视场角 5°, 比辐射率 0.95; 观测时间以小麦结实期间每天 13:00~15:00 时, 从乳熟前期起, 每隔 2 d 将全部区组测定 1 次, 测定采用农田小气候观测中的往返观测法^[13]。

叶绿素含量的测定方法: 从乳熟中期起, 每隔 6 d 采样一次, 对每一区组选取的茎上旗叶、倒二叶分别采样, 每一区组、每个叶位取样 1 片, 测定时用 80% 丙酮提取法^[14], 用美国 Beckman 公司的 DU-7 紫外可见分光光度计测定叶绿素含量。

单位面积穗数的测定: 在开花期对每一区组随机选取两个 1 m 的播种长度, 分别测定其总穗数, 取其算术平均数计算单位面积穗数。

千粒重的测定: 对每一区组分别取单穗 15 个, 脱粒并在自然状态下晾干后称千粒重。

1.4 数据处理

本研究采用 2010—2011 年小麦生长季的数据

收稿日期: 2011-10-08

基金项目: 国家自然科学基金项目(30470333)

作者简介: 刘雪薇(1987—), 女, 山东淄博人, 在读硕士, 主要从事作物栽培学与耕作学研究。E-mail: 542258593@qq.com。

通讯作者: 王长发(1967—), 男, 河北南宫人, 博士, 主要从事作物栽培与种源研究。

资料进行分析,采用 SAS 软件对所得的数据进行统计和分析。

对每一指标按区组重复次数的测定数据进行算术平均,分别对每一指标的不同因素处理组合的显著性差异水平进行二因素的方差分析。

2 结果与分析

对两个参试材料的每一指标的不同处理组合运用方差分析,并进一步进行比较、分析,从而得出不

同品种栽培种植的最佳方案。

2.1 冠层温度的比较

冠层温度可作为反映作物生理的一个重要指标。前人研究发现^[15],冷型小麦代谢功能较好、生态适应性强,一些重要生物学性状上占优势,对于高产、稳产较为有利。表 1、表 2 中数据分别为 522 - 041,527 - 171 两个品种从乳熟前期到蜡熟期冠层温度的变化情况(日序指观察日的顺序)。

表 1 不同处理下重穗型小麦品系 522 - 041 的冠层温度
Table 1 The canopy temperature of 522 - 041 under different treatments

处理 Treatments	日序 Date sequence							
	1	2	3	4	5	6	7	8
B ₁ C ₁	24.1a	26.2a	27.3a	28.2a	26.9ab	24.8ab	24.7a	24.7b
B ₂ C ₁	23.9ab	25.9ab	26.7ab	27.5b	26.6bc	24.1b	24.0b	24.3bc
B ₃ C ₁	23.8b	25.6b	26.4b	27.3b	26.2c	23.4c	23.2c	23.9c
B ₄ C ₁	23.6b	25.3b	26.0b	27.2b	25.7c	23.0c	22.9c	23.6c
B ₁ C ₂	24.6a	26.5a	27.5a	28.6a	27.1ab	25.2a	24.8a	25.3a
B ₂ C ₂	24.0ab	26.1ab	27.3a	28.1a	26.9ab	24.6ab	24.5ab	24.7b
B ₃ C ₂	23.9ab	25.8b	26.6b	27.5b	26.4c	23.7c	23.7bc	24.1c
B ₄ C ₂	23.7b	25.4b	26.1b	27.2b	25.7c	23.2c	23.0c	23.7c
B ₁ C ₃	24.6a	26.9a	27.6a	28.6a	27.7a	25.3a	25.1a	25.6a
B ₂ C ₃	24.2a	26.4a	27.3a	28.4a	27.0ab	24.9a	24.7a	25.1ab
B ₃ C ₃	24.0ab	26.0ab	26.9ab	27.9ab	26.9ab	24.6ab	24.4ab	24.4bc
B ₄ C ₃	23.8b	25.7b	26.5b	27.4b	26.3c	23.4c	23.4c	23.9c

注:不同小写字母代表数据差异达显著水平($P < 0.05$)。下同。
Note: The different lowercase letters mean different significant level($P < 0.05$). The same as below.

表 2 不同处理下重穗型小麦品系 527 - 171 的冠层温度
Table 2 The canopy temperature of 527 - 171 under different treatments

处理 Treatments	日序 Date sequence							
	1	2	3	4	5	6	7	8
B ₁ C ₁	25.2a	27.3a	29.2a	29.3a	28.0ab	25.9ab	25.8a	25.8b
B ₂ C ₁	25.0ab	27.0ab	27.7ab	28.5b	27.5bc	25.2b	25.1b	25.4bc
B ₃ C ₁	24.7b	26.6b	27.3b	28.4b	27.2c	24.5c	24.2c	25.0c
B ₄ C ₁	24.6b	26.2b	27.0b	28.2b	26.8c	24.1c	24.0c	24.7c
B ₁ C ₂	25.7a	27.6a	28.6a	29.7a	28.2ab	26.3a	25.9a	26.4a
B ₂ C ₂	25.1ab	27.2ab	28.4a	29.2a	27.1ab	25.6ab	25.6ab	25.8b
B ₃ C ₂	25.0ab	26.8b	27.6b	28.4b	27.5c	24.8c	24.7bc	25.2c
B ₄ C ₂	24.7b	26.3b	27.2b	28.3b	26.8c	24.2c	24.0c	24.7c
B ₁ C ₃	25.7a	28.1a	28.6a	29.7a	28.8a	26.4a	26.1a	26.7a
B ₂ C ₃	25.4a	27.5a	28.3a	29.4a	28.1ab	26.1a	25.8a	26.2ab
B ₃ C ₃	25.0ab	27.1ab	27.8ab	28.0ab	27.9ab	25.7ab	25.5ab	25.5bc
B ₄ C ₃	24.7b	26.8b	27.6b	28.5b	27.2c	24.5c	24.3c	25.1c

表 1 表明,所有处理的冠层温度都呈现先升高、后下降、再升高的趋势。在 C₁ 行距内,B₁ 播量在整个结实期的冠层温度显著高于 B₂、B₃、B₄ 播量,B₂ 播量从乳熟前期到乳熟后期的冠层温度与 B₃、B₄ 之间

没有显著差异,但从乳熟后期起到蜡熟期出现显著差异, B_3 与 B_4 播量在整个结实期的冠层温度没有显著性差异。在 C_2 行距内, B_1 播量在整个结实期的冠层温度显著高于 B_3 、 B_4 播量, B_2 播量只在蜡熟期显著低于 B_1 播量,而在乳熟中期起显著高于 B_3 、 B_4 播量, B_3 与 B_4 播量之间没有显著性差异。在 C_3 行距内, B_1 播量在整个结实期的冠层温度显著高于 B_4 播量,与 B_2 播量没有显著差异,只在蜡熟期高于 B_3 播量, B_2 播量与 B_3 播量之间没有显著差异, B_3 播量除在蜡熟期外,其它时期显著高于 B_4 播量。在 B_1 播量内, C_1 行距的冠层温度只在蜡熟期显著低于 C_2 、 C_3 行距,而在其它时期 C_1 、 C_2 、 C_3 行距之间没有显著性差异。在 B_2 播量内, C_1 行距从乳熟中期起

显著低于 C_3 行距, C_2 行距只在蜡熟期显著低于 C_3 行距。在 B_3 播量内, C_3 行距从乳熟后期起显著高于 C_1 、 C_2 播量, C_1 与 C_2 播量之间没有显著性差异。在 B_4 播量内,所有行距之间没有显著差异。

表 2 显示不同处理对冠层温度的影响与表 1 有相同的态势,综上所述,在同一行距内, B_4 播量的冠层温度均低于其它的播量,在同一播量内,不同行距之间没有显著性差异,即决定冠层温度的主导因素是播量。

2.2 叶绿素含量的比较

叶绿素是绿色植物进行光合作用的物质基础,既是衡量叶片衰老状况的通用指标,也是分析光合作用强弱的重要指标^[16]。

表 3 不同处理下重穗型小麦品系的旗叶叶绿素含量

Table 3 The chlorophyll content of flag leaf of heavy panicle type winter wheat under different treatments

品系 Strain	日期 Date (M - d)	叶绿素含量 Chlorophyll content(mg/g)											
		B_1C_1	B_2C_1	B_3C_1	B_4C_1	B_1C_2	B_2C_2	B_3C_2	B_4C_2	B_1C_3	B_2C_3	B_3C_3	B_4C_3
522 - 041	05 - 20	3.98b	4.00b	4.11ab	4.15a	3.94b	3.95b	4.11ab	4.20a	3.93b	3.96b	4.03b	4.13a
	05 - 27	2.87bc	2.90b	3.04a	3.14a	2.75c	2.73c	3.05b	3.15a	2.66c	2.86bc	2.91b	3.08a
	06 - 03	1.84b	2.04a	2.13a	2.16a	1.76bc	1.92ab	2.04a	2.14a	1.56c	1.82b	2.01ab	2.05a
527 - 171	05 - 20	3.97b	4.06ab	4.19a	4.22a	3.90b	4.00ab	4.13a	4.20a	3.87b	3.94b	4.00ab	4.15a
	05 - 27	3.02bc	3.07ab	3.13a	3.16a	2.94c	3.03b	3.08ab	3.14a	2.92c	3.01bc	3.04b	3.11a
	06 - 3	1.96b	2.03ab	2.05a	2.11a	1.84c	2.01ab	2.04a	2.10a	1.84c	1.90c	2.03ab	2.04a

表 3 反映了不同处理下两个参试材料的旗叶叶绿素含量情况。从表 3 可以看出,随着时间的推移,旗叶叶绿素含量呈减小的态势,参试材料 522 - 041 在乳熟中期时 B_4C_1 、 B_4C_2 与 B_4C_3 处理的叶绿素含量显著高于 B_1C_1 、 B_2C_1 、 B_1C_2 、 B_2C_2 、 B_1C_3 、 B_2C_3 、 B_3C_3 处理,其中含量最高的是 B_4C_1 处理,含量最低的是 B_1C_3 处理。在乳熟后期, B_4C_1 、 B_3C_1 、 B_4C_2 与 B_4C_3 处理的叶绿素含量显著高于其余处理,而 B_2C_1 、 B_3C_2 与 B_3C_3 处理的叶绿素含量又显著高于 B_1C_2 、 B_2C_2 、

B_1C_3 、 B_2C_3 处理,其中含量最高的是 B_4C_2 处理,含量最低的是 B_1C_3 处理。在蜡熟期, B_4C_1 、 B_3C_1 、 B_2C_1 、 B_3C_2 、 B_4C_2 与 B_4C_3 处理的叶绿素含量显著高于其余处理,而 B_1C_1 、 B_2C_3 处理的叶绿素含量又显著高于 B_1C_3 处理,其中含量最高的是 B_4C_1 处理,含量最低的是 B_1C_3 处理。参试材料 527 - 171 亦表现出相同的规律。由此可见,在同一时期内旗叶叶绿素含量随着播量的变化而变化,即播量越大,叶绿素含量越高,播量越小,叶绿素含量越低。

表 4 不同处理下重穗型小麦品系侧二叶叶绿素含量

Table 4 The chlorophyll content of penultimate leaf under different treatments

品系 Strain	日期 Date (M - d)	叶绿素含量 Chlorophyll content(mg/g)											
		B_1C_1	B_2C_1	B_3C_1	B_4C_1	B_1C_2	B_2C_2	B_3C_2	B_4C_2	B_1C_3	B_2C_3	B_3C_3	B_4C_3
522 - 041	05 - 20	3.25c	3.72a	3.82a	3.88a	3.18c	3.27c	3.76a	3.84a	3.12c	3.21c	3.48b	3.78a
	05 - 27	2.44b	2.55b	2.85a	2.98a	2.1c	2.45b	2.64b	2.92a	2.14c	2.30b	2.53b	2.83a
	06 - 3	1.07bc	1.13b	1.18ab	1.25a	0.98c	1.09b	1.14ab	1.21a	0.96c	1.04c	1.10b	1.16ab
527 - 171	05 - 20	3.61bc	3.69b	3.84a	3.93a	3.52c	3.68b	3.78ab	3.89a	3.47c	3.55c	3.69b	3.82a
	05 - 27	2.33c	2.49b	2.90a	2.94a	2.23c	2.38bc	2.55b	2.92a	2.08c	2.32c	2.39bc	2.60b
	06 - 03	1.07b	1.07b	1.13a	1.19a	0.97c	1.02bc	1.11ab	1.12a	0.91c	1.02bc	1.05b	1.12a

表 4 反应不同处理下参试材料的倒二叶叶绿素含量情况。其变化规律与旗叶的变化规律表现出相同的态势,即表现出在同一时期内播量越大,倒二叶叶绿素含量越高,播量越小,倒二叶叶绿素含量越低。

2.3 单位面积穗数的比较

从表 5 可以看出参试材料 522-041 在行距 C₁

内,随着播量的递增,单位面积穗数也递增,其中在 B₄ 播量下单位面积穗数最大,B₁ 播量下单位面积穗数最小。在 C₂、C₃ 行距内亦表现出相同的态势,即随着播量的递增,单位面积穗数也递增。参试材料 527-171 亦表现出相同的规律。

表 5 不同处理下重穗型小麦品系的单位面积穗数(株/667m²)

Table 5 The number per unit area of heavy panicle type high yield winter wheat under different treatments(plant/667m²)

行距(m) Row space	522-041				527-171			
	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄
C ₁	70c	71c	74b	77a	74c	73c	78b	87a
C ₂	76c	80b	82ab	84a	78c	81c	87b	91a
C ₃	78c	90b	93b	100a	88c	90c	96b	97a

2.4 千粒重的比较

从表 6 可以看出,参试材料 522-041 在行距 C₁ 内,随着播量的递增,千粒重递减,其中 B₄ 播量下千

粒重最小,B₁ 播量下千粒重最大。在 C₂、C₃ 行距内亦表现出相同的态势,即随着播量的递增,千粒重递减。参试材料 527-171 亦表现出相同的规律。

表 6 不同处理组合重穗型小麦品系千粒重的比较(g)

Table 6 Compare of 1000-kernel weight of heavy panicle type high yield winter wheat

行距(m) Row space	522-041				527-171			
	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄
C ₁	56a	54a	53a	49b	47b	47b	48a	48a
C ₂	53a	53a	52a	51b	47b	48a	48a	46b
C ₃	53a	52b	49b	47c	49a	48a	47b	46b

3 讨 论

冠层温度与植株的代谢功能有着密切的关系,冠层温度低的植株活力相对较好,具有代谢功能好、生态适应性强等优点^[17]。本研究表明随着播量的增加,冠层温度在同一行距内,高播量的冠层温度显著低于低播量的冠层温度,其中在播量 B₄ 水平和行距 C₁ 水平的配置组合下,冠层温度优于其余处理,即在 B₄C₁ 处理下第二热源温度明显偏低,红外辐射较弱,因而加热冠层的力度不大,冠层温度显著低于其余处理,植株活力优于其余处理;并在同一播量内,不同行距之间没有显著差异,即播量是冠层温度的主导因素。同时表明播量与叶绿素含量有着紧密的联系,在同一时期同一行距内播量越大,旗叶、倒二叶叶绿素含量越大,反之旗叶、倒二叶叶绿素含量较小,其中 B₄C₁ 处理在各个时期的旗叶、倒二叶叶绿素含量都明显高于其余处理,这与冠层温度的变化规律相呼应。单位面积穗数的变化规律亦随播量

的递增而递增,其中 B₄C₃ 处理下的单位面积穗数最高,而千粒重与播量相反,播量越大,千粒重越小。所以在 B₄ 处理下即在每公顷 450 万基本苗的处理下各种指标均优于其余处理,而在不同行距之间没有明显优劣。该研究通过对不同播量与行距处理的一些生物学性状的研究,为重穗型冬小麦特性的深入揭示起到了积极的推动作用,并且该研究为小麦栽培中的一种新理念——冷性化栽培的确立提供了一定的实验依据,对开展冷性化栽培对产量的提高有重要意义,是一条值得探讨的途径。

关于播量和行距的配置组合对重穗型高产冬小麦生态生理和产量性状的影响的研究甚少,所以希望进一步研究不同处理、不同地域环境下影响重穗型高产冬小麦产量的生理及生物学性状因素,以期进一步来提高本地域的小麦产量。

4 结 论

本研究表明,在 B₄C₁ 处理下,冠层温度优于其

余处理,旗叶、倒二叶叶绿素含量显著高于其余处理;在 B_4 处理即在每公顷 450 万苗播量下,单位面积穗数含量显著高于其它播量。所以在 B_4 处理即在每公顷 450 万苗播量下,参试材料的生理及生物学性状达到最优状态。

参考文献:

- [1] 刘永安,陈志国.种植密度对莜麦产量及其构成因素的影响[J].麦类作物学报,2008,28(1):140-143.
- [2] 赵永萍,张保军,张正茂.种植密度对冬小麦产量及其构成因素的影响[J].西北农业学报,2009,18(6):107-111.
- [3] 王勇,孙本普,孙雪梅.栽培条件对小麦产量构成因素的影响[J].小麦研究,2004,25(2):8-18.
- [4] 张东旭,董琦,高志强.不同行距配置对小麦产量及产量构成因素的影响[J].安徽农业科学,2007,35(18):5379-5381.
- [5] 杨文平,郭天财,刘胜波.行距配置对‘兰考矮早八’小麦后期群体冠层结构及其微环境的影响[J].植物生态学报,2008,32(2):485-490.
- [6] 张永丽,蓝岚,李雁鸣,等.种植密度对杂种小麦 C6-38/Py85-1 群体生长和籽粒产量的影响[J].麦类作物学报,2008,28(1):113-117.
- [7] 朱统泉,赵立尚,贺建峰,等.不同行距对小麦群体质量及产量的调节效应[J].陕西农业科学,2006,(4):8-10.
- [8] 吴玉娥,薛香,郭庆炉,等.行距对超高产小麦产量和品质的影响[J].麦类作物学报,2004,24(3):84-86.
- [9] 张永丽,于振文,王东,等.不同密度对冬小麦品质和产量的影响[J].山东农业科学,2004,(5):29-30.
- [10] 房春兴,沈恩庭.不同播期和密度对矮穗 4310 小麦群体动态及产量的影响[J].现代农业科技,2009,(21):26-28.
- [11] 雷钧杰,宋敏.播种期与播种密度对小麦产量和品质影响的研究进展[J].新疆农业科学,2007,44(S3):138-141.
- [12] 国家气象局.农业气象观测规范(下卷)[M].北京:气象出版社,1993:128-131.
- [13] 赵春江.数字农业信息标准研究——作物卷[M].北京:中国农业出版社,2004:409-413.
- [14] Zhang Songwu, Miao Fang, Wang Changfa. Low temperature wheat germplasm and its leaf photo synthetic traits and structure characteristics[J]. Progress in Natural Science, 2004, 14(6):483-488.
- [15] 靳奇峰,牛俊义.小麦叶片衰老因素的研究进展与展望[J].甘肃农业科技,2003,(2):17-19.
- [16] 冯佰利,高小丽,赵琳,等.干旱条件下小麦冠层温度及其性状的关联研究[J].生态学报,2005,24(5):508-512.

Effect of different row space and seeding quantity on biological characteristics of heavy panicle type high yield winter wheat

LIU Xue-wei¹, DONG Bao-jing¹, MIAO Fang², WANG Chang-fa¹

(1. College of Agronomy, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2. College of Forestry, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: With two new fostered wheat strains as materials, determination and comparison were made of their physical and biological characters to study the influence of different sowing quantity and row spacing on physical and biological properties of different wheat varieties in different local conditions. The results show that, in 4.5 million seeding quantity and 16.7 cm row space of planting configuration model, the canopy temperature, the flag leaf chlorophyll content, the penultimate leaf chlorophyll content and the number of ears per acre are all better than other cultivation models.

Keywords: heavy panicle type high yield winter wheat; seeding quantity; row space; the canopy temperature; biological characteristics