

行距配置对紧凑型冬小麦品种灌浆特性的影响

张露雁¹, 盛 坤², 孟 娟³, 葛红梅¹, 赵酒林², 马华平², 赵宗武^{2*}

(1. 辉县市气象局, 河南 辉县 453600; 2. 新乡市农业科学院, 河南 新乡 453000;

3. 新乡市气象局, 河南 新乡 453003)

摘要: 为探明行距配置对紧凑型冬小麦品种粒质量的影响, 在大田条件下, 设置 15 cm、20 cm、25 cm 3 种行距处理, 研究了其对紧凑型冬小麦品种新麦 26 灌浆特性的影响。结果表明, 新麦 26 的粒质量增加动态、灌浆速率、灌浆持续期和最终粒质量受行距的影响。15 cm 处理的籽粒干物质累积增长量在灌浆前期较低, 但后期增加速度较快, 至花后 31 d 分别比 20 cm 处理、25 cm 处理增加 1%、5%。籽粒灌浆速率在灌浆前期表现为 20 cm 处理 > 25 cm 处理 > 15 cm 处理, 灌浆后期表现为 15 cm 处理 > 20 cm 处理 > 25 cm 处理。相对灌浆速率随行距增大而上升, 最大灌浆速率和平均灌浆速率受行距的影响较小。灌浆持续期随行距增大而缩短; 最终粒质量和理论粒质量随行距增大而下降, 下降幅度分别为 4% 和 8.5%。因此, 缩小行距能延长灌浆持续期, 提高粒质量。

关键词: 冬小麦; 新麦 26; 行距配置; 灌浆特性

中图分类号: S512.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1004-3268(2014)10-0015-04

Effect of Row Spacing Patterns on Grain Filling Characters of Compact Winter Wheat Variety

ZHANG Lu-yan¹, SHENG Kun², MENG Juan³, GE Hong-mei¹, ZHAO Jiu-lin²,
MA Hua-ping², ZHAO Zong-wu^{2*}

(1. Huixian Meteorological Bureau, Huixian 453600, China; 2. Xinxiang Academy of Agricultural Sciences,

Xinxiang 453000, China; 3. Xinxiang Meteorological Bureau, Xinxiang 453003, China)

Abstract: In order to evaluate the effect of row spacing patterns on grain filling characters of compact winter wheat variety Xinmai 26, a field experiment was carried out with three row spacing patterns: 15 cm, 20 cm and 25 cm. The results showed that row spacing patterns could influence the dry matter accumulation of grain, grain filling rate, grain filling duration and final grain weight. The grain weight increment were lower and higher during earlier and later grain filling period respectively in 15 cm treatment, which was 1% and 5% higher than that in 20 cm and 25 cm treatments after flowering 31 d. The grain filling rate of different treatments order was 20 cm > 15 cm > 25 cm during early grain filling stage, and 15 cm > 20 cm > 25 cm during later grain filling stage. Increasing row space raised the relative grain filling rate, but cut down the grain filling duration. The maximum and mean grain filling rates were relatively stable. The final and predicted grain weights decreased by 4% and 8.5%, respectively, along with the increase of row space. Therefore, the narrow row space could extend the grain filling duration and increase the grain weight.

Key words: winter wheat; Xinmai 26; row spacing patterns; grain filling characters

收稿日期: 2014-04-11

基金项目: 国家农业科技成果转化资金项目(2012GB2D00026); 现代农业产业技术体系建设专项(CARS-3-2-35)

作者简介: 张露雁(1984-), 女, 河南武陟人, 助理工程师, 本科, 主要从事农业气象观测及应用研究。

E-mail: 281823774@qq.com

* 通讯作者: 赵宗武(1955-), 男, 河南济源人, 研究员, 本科, 主要从事小麦育种研究。E-mail: zzw3179@126.com

籽粒灌浆期是小麦产量与品质形成的关键时期,黄淮南部麦区在该时期易受干热风的影响,因此,研究本区域小麦品种的籽粒灌浆特性非常重要。粒质量是决定最终籽粒产量的重要因素^[1],提高粒质量有 2 条途径:提高灌浆速率和延长灌浆持续时间^[2]。小麦籽粒灌浆速率和灌浆持续时间受基因型影响^[3],同时也易受环境条件和栽培技术的影响^[4]。前人研究表明^[5-6],行距配置对籽粒最大灌浆速率、平均灌浆速率、最大灌浆速率出现时间、灌浆持续时间和预测粒质量等因子有显著影响。由于试验材料的差异,研究结论不完全一致。有学者认为,行距配置主要影响灌浆持续天数和最大灌浆速率出现时间,而对平均灌浆速率的影响不大^[5];也有学者认为,行距配置对小麦籽粒灌浆的影响是综合的,最终表现为对粒质量的影响^[6]。以上研究侧重于小麦穗型,而未考虑到不同株型小麦品种对行距配置的影响。因此,本研究采用紧凑型冬小麦品种新麦 26,研究行距配置对其籽粒灌浆特性的影响,以期在栽培技术方面探明提高紧凑型小麦粒质量的途径,为该类小麦的推广提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 试验设计

试验于 2011—2012 年在新乡市农业科学院辉县基地进行,采用单因素随机区组设计,对种植行距设 3 个处理,分别为 15 cm、20 cm、25 cm,重复 3 次,小区面积为 20.8 m² (2.6 m×8 m)。试验田土壤为黏壤土,播种前 0~30 cm 土层土壤含有机质 17.98 g/kg、全氮 1.31 g/kg、速效磷 24.4 mg/kg、速效钾 211.8 mg/kg、pH 值 7.1。供试材料为紧凑型冬小麦品种新麦 26,2011 年 10 月 15 日播种,基本苗为 270 万株/hm²。播种前结合整地每公顷施纯 N 120 kg、P₂O₅ 112.5 kg、K₂O 60 kg,拔节期结合浇水每公顷追施纯 N 120 kg。其他管理同一般高产田。

1.2 试验方法

小麦开花当天,每小区选择株高和长势一致、花期相当的 50 株植株进行挂牌标记。小麦开花后第 7 天开始取样,每 3 d 取一次,直到成熟。每次取 3 穗,105 ℃杀青 20 min,80 ℃烘 48 h,用手脱粒,记每穗粒数,称平均粒质量^[7]。

以花后时间(t)为自变量,千粒重为因变量 Y ,用 Logistic 模型 $Y=K/(1+ae^{-bt})$ 进行拟合,其中 K 为最大粒质量, t 为花后时间, a 、 b 为待定参数。求解该方程得到一系列灌浆参数:灌浆持续期 D (假定当 $Y=0.95K$ 时灌浆终止),平均灌浆速率 R ,最大灌浆速率出现时间 t_{\max} ,最大灌浆速率 R_{\max} ,曲线的 2 个拐点 t_1 和 t_2 ,渐增期持续时间、积累量和灌浆速率 D_1 、 Y_1 和 R_1 ,快增期持续时间、积累量和灌浆速率 D_2 、 Y_2 和 R_2 ,缓增期持续时间、积累量和灌浆速率 D_3 、 Y_3 和 R_3 ^[2,8-10]。这些参数由下式求得: $D=-\ln(0.0526/a)/b$; $R=K/D$; $t_{\max}=\ln a/b$; $R_{\max}=Kb/4$; $t_1=(\ln a-1.317)/b$; $t_2=(\ln a+1.317)/b$; $D_1=t_1$; $D_2=t_2-t_1$; $D_3=D-t_2$; $R_1=Y_1/D_1$; $R_2=Y_2/D_2$; $R_3=Y_3/D_3$; $Y_1=K/(1+ae^{-bt_1})$; $Y_2=K/(1+ae^{-bt_2})-Y_1$; $Y_3=K-Y_1-Y_2$ 。

1.3 数据分析

用 Excel 2007 进行数据初步处理、作图,SPSS 20 数据分析软件进行曲线拟合。

2 结果与分析

2.1 行距配置对紧凑型冬小麦粒质量变化动态的影响

如图 1 所示,各处理冬小麦粒质量变化呈“S”型曲线,表现为“慢—快—慢”的趋势,适宜用 Logistic 方程拟合。从表 1 可以看出,Logistic 方程 R^2 在 0.975 以上,经 F 测验均达到极显著水平,拟合效果良好,能够反映小麦籽粒干物质积累过程。从图 1 可以看出,花后 22 d 之前,籽粒干物质累积增长量以 20 cm 处理最高,其次是 25 cm 处理,15 cm 处理

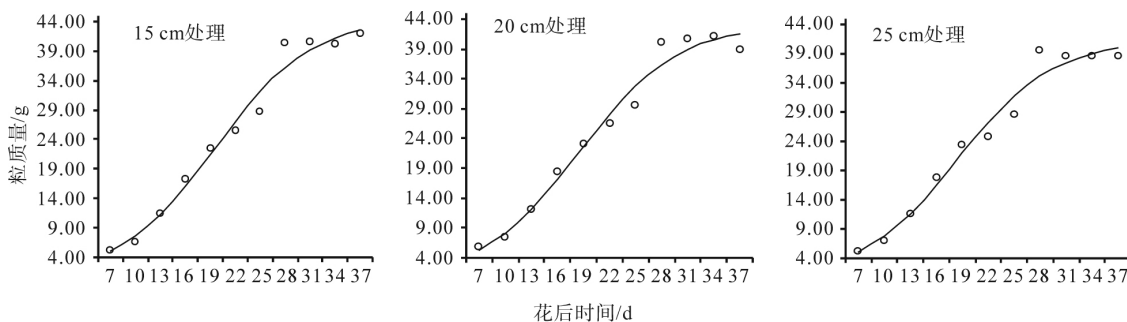


图 1 行距配置对紧凑型冬小麦粒质量(1 000 粒)变化动态的影响

表 1 各处理籽粒灌浆的 Logistic 方程参数

处理	K	a	b	R ²	F
15 cm	44.96	26.137	0.167	0.980**	241.7**
20 cm	43.26	24.734	0.174	0.978**	102.6**
25 cm	41.43	25.431	0.177	0.975**	103.2**

注:**表示达到 1%显著水平。

最低。至花后 22 d,20 cm 处理的籽粒干物质累积增长量(1 000 粒计,下同)达到 28.13 g,比 25 cm 处理多 3%,比 15 cm 处理增加 4%。从花后 25 d 开始,15 cm 处理的籽粒干物质积累较快,至花后 31 d,超过 20 cm 处理达到 39.18 g,比 20 cm 处理多 1%,比 25 cm 处理增加 5%。由此可以看出,行距配置对小麦粒质量增加有明显影响,窄行距(15 cm)处理的粒质量在灌浆前期较低,从花后 25 d 开始迅速增加,超过宽行距处理。

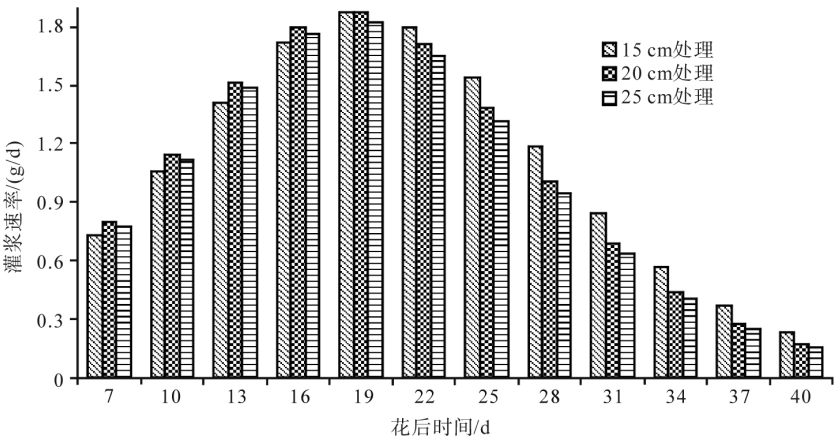


图 2 不同行距下紧凑型冬小麦籽粒灌浆速率变化趋势

2.3 行距配置对紧凑型冬小麦籽粒灌浆参数的影响
K 值是理论上能达到的小麦最终粒质量^[7]。前人研究认为,行距配置对 K 值有显著的影响^[6]。本试验发现,随行距的增大 K 值呈下降趋势,最高下降 7.85%(表 1)。最终粒质量的变化趋势与 K 值相似,亦随行距增大而减小,下降幅度达 3.96%(表 2)。因此缩小行距能提高紧凑型冬小麦新麦 26 的粒质量。参数 a 与灌浆速率和灌浆持续时间有关,参数 b 是相对灌浆速率,代表灌浆早期的指数增长速率^[7-11]。试验表明,行距配置对参数 a 的影响不明显,随行距增加相对灌浆速率(b)呈上升趋势(表 1)。

2.2 行距配置对紧凑型冬小麦籽粒灌浆速率的影响

对 Logistic 方程求一阶导数,得灌浆速率方程: $V(t)=dy/dt=Kabe^{-bt}/(1+ae^{-bt})$,利用该方程得灌浆速率变化趋势如图 2。小麦籽粒灌浆速率方程接近正态分布,各处理在花后 19 d 前后达到最高值,以此为界行距配置对小麦籽粒灌浆速率的影响呈现不同的趋势。花后 19 d 之前,窄行(15 cm)处理的籽粒灌浆速率最低,中等行距(20 cm)处理的籽粒灌浆速率最高;花后 19 d 之后,随行距增大籽粒灌浆速率呈下降趋势,窄行(15 cm)处理显示出对籽粒灌浆的促进作用;这是行距配置对粒质量影响的内在原因。因此,行距配置对小麦籽粒灌浆速率的影响因灌浆进程而异,窄行(15 cm)处理的籽粒灌浆速率在灌浆前期最低,灌浆后期最高,这是其粒质量增加“先慢后快”的内在原因。

表 2 是各处理籽粒灌浆次级参数,从中可以看出,缩小行距能够延长紧凑型冬小麦籽粒灌浆持续期(D),15 cm 处理的灌浆持续期为 37.18 d,分别比 20 cm 处理和 25 cm 处理延长 5.15%和 6.47%。15 cm 处理和 20 cm 处理的平均灌浆速率(R)差异较小,两者均高于 25 cm 处理,最大灌浆速率(R_{max})表现相同的规律。随行距变窄最大灌浆速率的出现时间(t_{max})延迟。籽粒灌浆三阶段的持续时间和干物质累积增长量均随行距变窄而增大,而三阶段的平均灌浆速率差异较小且变化趋势不明显。

表 2 各处理籽粒灌浆 Logistic 方程的次级参数

处理	D	GW	R	R_{max}	t_{max}	D ₁	D ₂	D ₃	R ₁	R ₂	R ₃	Y ₁	Y ₂	Y ₃
15 cm	37.18	41.96	1.21	1.88	19.54	11.65	15.77	9.75	0.82	1.65	0.97	9.50	25.96	9.50
20 cm	35.36	41.22	1.22	1.88	18.44	10.87	15.14	9.36	0.84	1.65	0.98	9.14	24.98	9.14
25 cm	34.92	40.30	1.19	1.83	18.28	10.84	14.88	9.20	0.81	1.61	0.95	8.75	23.92	8.75

注:GW 为粒质量(1 000 粒)。

3 结论与讨论

小麦粒质量受多种因素的影响^[10]。前人研究认为,决定粒质量的重要因素是最大灌浆速率,其次是灌浆持续时间,从育种的角度来看,要提高粒质量,提高灌浆速率比延长灌浆持续时间更有利^[3]。本试验发现,从灌浆速率方程来看,行距配置对小麦籽粒灌浆速率的影响因灌浆进程而异,窄行距配置在灌浆初期使籽粒灌浆速率降低,在灌浆中后期使籽粒灌浆速率增大;行距配置对平均灌浆速率和最大灌浆速率的影响较小。相对灌浆速率是灌浆初期不受环境条件限制时籽粒质量指数增长期的速率,试验显示窄行距处理籽粒的相对灌浆速率较低。行距配置对灌浆持续期、最终粒质量和灌浆三阶段累计增长量的影响较大,随行距增大三者均呈下降趋势。因此,行距配置对灌浆持续期的影响较大,缩小行距能延长紧凑型冬小麦的灌浆持续期,增加粒质量;行距配置对灌浆速率的影响存在不确定性。

依据不同小麦品种特性选择适宜的行距配置是实现小麦优质、高产、高效的一项重要农艺措施。行距配置决定小麦群体的均匀性,影响光在群体内的分布,进而影响群体的光能利用和干物质积累量。窄行距处理的初期灌浆速率和相对灌浆速率较低,但是后期灌浆速率较高,并且灌浆持续期较长,后期籽粒干物质积累量较大,这可能与其叶片功能期较长、后期光能利用率较高有关。综上所述,小麦生产中行距配置既要考虑品种类型(株型),同时也应考虑气候特点,以期构建合理的群体结构,延长生育后期叶片功能期,充分利用光能,增加干物质积累并提

高粒质量,达到增产的目的。

参考文献:

- [1] 李世清,邵明安,李紫燕,等. 小麦籽粒灌浆特征及影响因素的研究进展[J]. 西北植物学报, 2003, 23(11): 2031-2039.
- [2] 韩占江,郇庆炉,吴玉娥,等. 小麦籽粒灌浆参数变异及与粒重的相关性分析[J]. 种子, 2008, 27(6): 27-30.
- [3] 曾浙荣,庞家智,周桂英,等. 我国北部冬麦区小麦品种籽粒灌浆特性的研究[J]. 作物学报, 1996, 22(6): 720-728.
- [4] 郭天财,贺德先,王志和. 小麦穗粒重研究进展[M]. 北京: 中国农业出版社, 1995.
- [5] 张双利,王晨阳,胡吉帮,等. 行距配置对高产冬小麦籽粒灌浆特性及淀粉和蛋白质积累的影响[J]. 麦类作物学报, 2010, 30(4): 704-709.
- [6] 杨文平,郭天财,刘胜波,等. 行距配置对大穗型小麦灌浆期干物质转移及籽粒灌浆特性的影响[J]. 华北农学报, 2007, 22(6): 103-107.
- [7] Darroch B, Baker R. Two measures of grain filling in spring wheat[J]. Crop Science, 1995, 35(1): 164-168.
- [8] 崔党群. Logistic 曲线方程的解析与拟合优度测验[J]. 数理统计与管理, 2005(1): 112-115.
- [9] 莫惠栋. Logistic 方程及其应用[J]. 江苏农学院学报, 1983, 4(2): 53-57.
- [10] 李国强,朱云集,郭天财,等. 硫氮配施对强筋小麦豫麦 34 籽粒灌浆特性的影响[J]. 麦类作物学报, 2006, 26(2): 98-102.
- [11] Darroch B, Baker R. Grain filling in three spring wheat genotypes: Statistical analysis[J]. Crop Science, 1990, 30(3): 525-529.

《山西农业科学》编辑部搬迁启事

2014 年 10 月 25 日后,《山西农业科学》编辑部将迁至:太原市龙城大街 81 号山西省农科院现代农业研究中心,邮编:030031。