

# 麦棉套作模式下播量对小麦边行优势与产量的影响

王树林,祁虹,王燕,张谦,冯国艺,林永增\*,梁青龙

(河北省农林科学院棉花研究所/农业部黄淮海半干旱区棉花生物学与遗传育种重点实验室,河北石家庄 050051)

**摘要:**在麦棉套作模式下,设置了 187.5 kg/hm<sup>2</sup>、225.0 kg/hm<sup>2</sup>、262.5 kg/hm<sup>2</sup>、300.0 kg/hm<sup>2</sup>、337.5 kg/hm<sup>2</sup>、375.0 kg/hm<sup>2</sup> 6 个小麦播量处理,研究了不同播量对小麦边行优势与产量的影响。结果表明,播量对内行小麦的影响大于边行,随着播种量的增加,穗数的边行优势总体降低,边行与内行差值由 90 万穗/hm<sup>2</sup>(播量 187.5 kg/hm<sup>2</sup>)降至 78.0 万穗/hm<sup>2</sup>(播量 375.0 kg/hm<sup>2</sup>);穗粒数边行优势总体先增后减,播量 300.0 kg/hm<sup>2</sup> 处理边行与内行穗粒数差值最高(4.6 粒);千粒质量与产量边行优势总体逐渐增加,播量 337.5 kg/hm<sup>2</sup> 处理边行与内行千粒质量差异最高(3.9 g),产量边行与内行差值以播量 375.0 kg/hm<sup>2</sup> 处理最高,为 3 136.5 kg/hm<sup>2</sup>;播量对套作小麦产量三因素影响的大小依次为穗数、穗粒数、千粒质量,麦棉套作小麦适宜播种量在 225.0 ~ 262.0 kg/hm<sup>2</sup>。

**关键词:**麦棉套作;小麦;播量;边行优势;产量

**中图分类号:**S512.1      **文献标志码:**A      **文章编号:**1004 - 3268(2015)07 - 0022 - 04

## Effect of Sowing Rate on Marginal Superiority and Yield of Wheat in Wheat-cotton Intercropping System

WANG Shulin, QI Hong, WANG Yan, ZHANG Qian, FENG Guoyi, LIN Yongzeng\*, LIANG Qinglong

(Cotton Research Institute, Hebei Academy of Agriculture and Forestry Science/Key Laboratory of Biology and Genetic Improvement of Cotton in Huanghuaihai Semiarid Area, Ministry of Agriculture, Shijiazhuang 050051, China)

**Abstract:** Six sowing rates were designed which were 187.5 kg/ha, 225.0 kg/ha, 262.5 kg/ha, 300.0 kg/ha, 337.5 kg/ha and 375.0 kg/ha respectively, and the effect of sowing rate on marginal superiority and yield of wheat was studied in wheat-cotton intercropping system. The results showed that sowing rate had much more effect on inner line than side line, and with the increment of sowing rate, the marginal superiority of the panicle number decreased, the difference value of side line and inner line for panicle number decreased from 900 thousands per hectare (sowing rate of 187.5 kg/ha) to 780 thousands per hectare (sowing rate of 375.0 kg/ha); the marginal superiority of grains per ear increased first and then decreased, the highest difference value of side line and inner line for grains per ear was 4.6 grains (sowing rate of 300.0 kg/ha); the marginal superiority of thousand-grain weight and yield increased, the highest difference value of side line and inner line for thousand-grain was 3.9 g (sowing rate of 337.5 kg/ha), and which for yield was 3 136.5 kg/ha (sowing rate 337.5 of kg/ha). The influence order by sowing rate was panicle number, grains per ear and thousand-grain weight. The appropriate sowing rate for wheat-cotton system was from 225.0 kg/ha to 262.0 kg/ha.

**Key words:** wheat-cotton intercropping system; wheat; sowing rate; marginal superiority; yield

收稿日期:2015 - 02 - 02  
基金项目:国家科技支撑计划项目(2013BAD05B00)  
作者简介:王树林(1978 - ),男,河北巨鹿人,副研究员,本科,主要从事棉花栽培与麦棉两熟双高产栽培技术研究。  
E-mail:wshl1001@sohu.com  
\* 通讯作者:林永增(1963 - ),男,河北威县人,研究员,主要从事棉花栽培及生理生态研究。E-mail:zaipei@sohu.com

20 世纪 50 年代麦棉两熟种植技术在我国长江流域棉区初见报道,形式为冬小麦(元麦)、棉花直播<sup>[1]</sup>;自 20 世纪 60 年代黄河流域棉区两熟种植制度进入试验,以麦棉套作为主<sup>[2]</sup>,并于 90 年代后成为该区主要种植模式<sup>[3]</sup>。但随着小麦联合收割机的应用,麦棉套作种植模式由于不适应小麦机械收获而导致面积迅速萎缩,因此,进入 21 世纪后关于麦棉套作种植技术的研究多集中于基础理论方面,如套作对土壤生态系统<sup>[4-5]</sup>与棉花根系生长的影响<sup>[6]</sup>,而对麦棉套作的应用性研究不多。近年来,随着国家对粮食安全问题的日益重视以及粮棉争地矛盾的日益尖锐,麦棉套作种植模式被重新提及,在解决了小麦联合收割机应用的问题后,麦棉套作模式推广前景广阔。在麦棉套作模式下,为保证小麦产量通常采取加大小麦播量的方法,但小麦播量过大又会带来潜在的倒伏危险。因此,本试验研究了麦棉套作模式下不同播量对小麦边行优势与产量的影响,为确定适宜的小麦播种量提供试验依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 试验地与供试品种

试验设在河北省农林科学院棉花研究所曲周试验站(河北省邯郸市曲周县西漳头村),前茬为棉花,土壤为黏壤土,肥力中等偏上,含有机质 14.6 g/kg、全氮 0.998 g/kg、速效磷 38.9 mg/kg、速效钾 285.8 mg/kg;供试小麦品种为邢麦 4 号。

### 1.2 试验设计与方法

试验采用随机区组设计,小麦播种量设 6 个水平,分别是 187.5 kg/hm<sup>2</sup>、225.0 kg/hm<sup>2</sup>、262.5 kg/hm<sup>2</sup>、300.0 kg/hm<sup>2</sup>、337.5 kg/hm<sup>2</sup>、375.0 kg/hm<sup>2</sup>,3 次重复,小区宽 6.4 m,长 8.0 m;种植模式为 4 行小麦占地幅宽 80 cm,棉花预留行占地幅宽 80 cm,套种 2 行棉花;2013 年 11 月 4 日结合整地施氮磷钾(18-16-7)复合肥 750 kg/hm<sup>2</sup>,11 月 6 日播种,播种后浇蒙头水,2014 年 3 月 11 日浇水,同时追施尿素 225 kg/hm<sup>2</sup>,其他管理措施同大田;2014 年 6 月 9 日收获小麦。

小麦收获时每个小区取 3 个样点,每个样点分边行(4 行中的两侧 2 行小麦)与内行(4 行中的中间两行小麦)各取 1 m 长的小麦调查穗数,并从中随机选取 50 穗测定穗粒数与千粒质量,每个小区单独收获计产。

### 1.3 数据统计与分析

采用 Excel 2003 进行数据处理,用 DPS 7.05 进行方差分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同播量对小麦穗数的影响

从表 1 可以看出,随着小麦播量增加,边行与内行穗数均呈明显增加的趋势,边行不同播量间最大差值为 307.5 万穗/hm<sup>2</sup>,内行最大差值为 319.5 万穗/hm<sup>2</sup>,表明播量对内行穗数的影响略大于边行;从边行与内行穗数差值来看,不同播量边行穗数均高于内行,具有明显的边行优势,随着播量增加,差值总体呈逐渐降低的趋势,这一结果表明,播量越小,穗数越少,则边行优势越明显;从平均穗数来看,随着播量增加,穗数明显增加,播量 375.0 kg/hm<sup>2</sup>处理较播量 187.5 kg/hm<sup>2</sup>处理穗数增加 72.6%。

表 1 不同播量下小麦穗数 万穗/hm <sup>2</sup>				
播量/(kg/hm <sup>2</sup> )	边行	内行	边行-内行	平均
187.5	477.0	387.0	90.0	432.0d
225.0	519.0	433.5	85.5	476.3d
262.5	643.3	560.2	83.1	601.8c
300.0	735.0	663.0	72.0	699.0b
337.5	754.5	676.5	78.0	715.5ab
375.0	784.5	706.5	78.0	745.5a

### 2.2 不同播量对小麦穗粒数的影响

从表 2 可以看出,随着播量增加,边行与内行穗粒数均呈明显降低趋势,边行穗粒数不同播量间最大差值为 7.1 粒,内行最大差值为 8.9 粒,说明播量对内行穗粒数的影响大于边行;不同播量边行穗粒数均大于内行,边行优势突出,随着播量增加,边行与内行穗粒数差值总体先增加而后降低,以播量 300.0 kg/hm<sup>2</sup>边行优势最大,为 4.6 粒,这一结果表明,播量过大或过小均不利于套作小麦边行优势的发挥;从平均穗粒数看,随着播量增加,穗粒数依次降低,播量 187.5 kg/hm<sup>2</sup>处理比播量 375.0 kg/hm<sup>2</sup>处理增加 30.7%。

表 2 不同播量下小麦穗粒数 粒				
播量/(kg/hm <sup>2</sup> )	边行	内行	边行-内行	平均
187.5	35.3	32.8	2.5	34.1a
225.0	33.9	30.5	3.4	32.2a
262.5	31.1	27.2	3.9	29.2b
300.0	30.6	26.0	4.6	28.3b
337.5	29.4	25.2	4.2	27.3bc
375.0	28.2	23.9	4.3	26.1c

### 2.3 不同播量对小麦千粒质量的影响

边行与内行小麦千粒质量均随着播量增加而降低,播量间最大的边行与内行差值分别为 3.8 g 与 4.5 g,表明播量对内行的影响大于边行;不同播量边行千粒质量均大于内行,边行优势明显,随着播量

增加,边行与内行千粒质量差值总体呈增加的趋势,表明播量越大,千粒质量边行优势也越明显;从平均千粒质量来看,千粒质量随播量增加而逐渐降低,播量 187.5 kg/hm<sup>2</sup> 处理比播量 375.0 kg kg/hm<sup>2</sup> 处理高 4.2 g,增幅 9.9%。

表 3 不同播量下小麦千粒质量				g
播量/(kg/hm <sup>2</sup> )	边行	内行	边行-内行	平均
187.5	48.2	45.3	2.9	46.8a
225.0	47.6	44.8	2.8	46.2ab
262.5	46.9	43.7	3.2	45.3bc
300.0	45.3	43.0	2.3	44.2c
337.5	44.9	41.0	3.9	43.0d
375.0	44.4	40.8	3.6	42.6d

2.4 不同播量对小麦产量的影响

由表 4 可见,边行产量与内行产量总体均是随着播量增加而先增加后降低,以播量 225.0 kg/hm<sup>2</sup> 处理产量最高,不同播量处理边行产量极差是 465.0 kg/hm<sup>2</sup>,内行产量极差是 1 275.0 kg/hm<sup>2</sup>,表明播量对内行的影响明显大于边行;从边行与内行产量差值来看,随着播量增加,差值总体呈增加的趋势,播量 375.0 kg/hm<sup>2</sup> 处理差值为 3 136.5 kg/hm<sup>2</sup>,比播量 225.0 kg/hm<sup>2</sup> 处理差值高 810.0 kg/hm<sup>2</sup>,表明随着播量的增加,小麦产量边行优势越明显;从平均产量结果看,随着播量增加,小麦产量先增加后降低,225.0 kg/hm<sup>2</sup> 播量处理最高,达到 6 893.3 kg/hm<sup>2</sup>,但 187.5 kg/hm<sup>2</sup>、225.0 kg/hm<sup>2</sup>、262.5 kg/hm<sup>2</sup> 3 个播量处理间产量差异不显著,播量最高的 375.0 kg/hm<sup>2</sup> 处理小麦产量最低。

表 4 不同播量下小麦产量				kg/hm <sup>2</sup>
播量/(kg/hm <sup>2</sup> )	边行	内行	边行-内行	平均
187.5	7 810.5	5 451.0	2 359.5	6 630.8ab
225.0	8 056.5	5 730.0	2 326.5	6 893.3a
262.5	7 812.0	5 482.5	2 329.5	6 647.3ab
300.0	7 635.0	5 166.0	2 469.0	6 400.5b
337.5	7 666.5	4 893.0	2 773.5	6 279.8bc
375.0	7 591.5	4 455.0	3 136.5	6 023.3c

3 结论与讨论

关于小麦适宜播量的研究,多集中在单作小麦种植模式中。杨兵等<sup>[7]</sup>研究结果显示,播量增加后基本苗和最高茎蘖数增加,但单株分蘖数、千粒质量下降,产量则随播量增加先增加后下降;李兰真等<sup>[8]</sup>研究结果表明,不同播量处理对产量影响较大,主要是播量增大后小麦生育后期倒伏严重导致减产,随着播量增加,成穗数增加而千粒质量降低;安学军等<sup>[9]</sup>研究认为,播种量对小麦群体具有一定

的调节作用,但播期对产量影响更大;吴文平等<sup>[10]</sup>研究表明,随着播量增加,产量先增加后降低,有效穗数增加,穗长、穗粒数、千粒质量均降低;罗家传等<sup>[11]</sup>研究表明,播量对产量影响显著,播量过大减产明显,随着播量增加,成穗数增加,穗粒数和千粒质量先增加后降低。本试验结果表明,随着播量的增加,穗数呈增加的趋势,这一结果与前人在单作小麦种植模式中的研究结果一致,而穗粒数、千粒质量则随着播量增加逐渐降低,与杨兵等<sup>[7]</sup>、李兰真等<sup>[8]</sup>、吴文平等<sup>[10]</sup>结果相一致,至于罗家传等<sup>[11]</sup>认为随着播量增加,穗粒数与千粒质量呈抛物线型变化,可能与其设置的播量处理较少、播种用量梯度较小有关;小麦产量随播量增加而先增加后降低,与李兰真等<sup>[8]</sup>研究结果也基本一致。在本试验结果中,麦棉套作播种量控制在 225.0~262.5 kg/hm<sup>2</sup> 为宜。

关于小麦边行优势的研究,前人已做过很多试验,结论不尽相同。赵秉强等<sup>[12]</sup>认为,小麦品种与边际效应具有密切相关性,在预留行较窄的情况下,矮秆、分蘖力强、多穗小穗型品种更有利于发挥边优增产的作用,而间套行较宽时,则以中间型或大穗型品种更有利于发挥边优增产的作用;对于 3 个产量构成因素的边行优势对小麦产量的贡献大小,安玉林<sup>[13]</sup>研究认为,边行小麦比内行小麦显著增产,增产的主要原因是穗粒数较多和千粒质量较高;而杨铁刚等<sup>[14]</sup>则认为,麦棉不同套种规格对小麦单产有一定的边行优势效应,其边行效应主要反映在单位面积成穗数方面,而对小麦的穗粒数和千粒质量无明显影响。由于以前研究多集中在小麦品种对边行优势的影响上,而播量对小麦边行优势的影响研究较少,因此,本试验重点探讨了不同播量对小麦边行优势的影响,结果显示,播量对内行小麦穗数、穗粒数、千粒质量与产量的影响均大于边行;不同播量处理小麦在穗数、穗粒数与千粒质量方面均存在明显的边行优势,随着播量的增加,穗数边行优势减小,穗粒数边行优势先增加后减小,播量在 300.0 kg/hm<sup>2</sup> 时边行优势最大,千粒质量与小麦产量边行优势都随着播量增加而越明显;从播量对小麦产量三因素的影响大小来看,受播种量影响最大的是穗数,其次是穗粒数,千粒质量受播量影响最小。

参考文献:

[1] 毛树春. 棉花优质高产的理论与技术[M]. 北京:中国农业出版社,1999.  
[2] 刁光中. 黄淮海棉区麦棉两熟研究现状和发展[J]. 中国棉花,1990(1):6-8.

### 3 小结

通过对华北夏谷区的 15 个谷子品种(系)的联合鉴定,筛选出表现较好的 7 个品种(系),豫谷 18、沧谷 5 号、济谷 15、K3250、豫谷 19、K4099 和 K1918,较对照增产 10.06%~20.46%。豫谷 18 的生育期最短,为 92 d;K1918 的生育期最长,为 98 d;沧谷 5 号、豫谷 19 和 K4099 的生育期分别为 94 d、93 d 和 95 d;济谷 15 和 K3250 的生育期均为 97 d。各品种(系)均有很好的抗病性,抗病性都在中抗以上( $\leq 2$  级)。7 个品种(系)在抗倒伏性状方面表现较好,其中豫谷 18 的抗倒伏级别为 0 级,沧谷 5 号、济谷 15、K3250、豫谷 19、K4099 和 K1918 的抗倒伏级别均为 1 级。

#### 参考文献:

- [1] Lu H Y, Zhang J P, Liu K, *et al.* Earliest domestication of common millet (*Panicum miliaceum*) in East Asia extended to 10,000 years ago[J]. *Proceedings of the National Academy of Sciences of United States of America*, 2009,106 (18):7367-7372.
- [2] 陈卫军,魏益民,张国权,等. 国内外谷子的研究现状[J]. *杂粮作物*,2000,20(3):27-29.
- [3] 刁现民. 中国谷子生产与产业发展方向[C]//柴岩. 中

国小杂粮产业发展报告. 北京:中国农业科学技术出版社,2007:32-43.

- [4] 崔永伟. 中西部地区小杂粮的生产优势与存在问题及对策研究[J]. *中国农业科技导报*, 2008,10(3):54-57.
- [5] 程汝宏,刘正理,师志刚,等. 水分高效利用型谷子新品种“冀谷 19”选育研究[J]. *河北农业科学*,2006,10(1):80-81.
- [6] 师志刚,夏雪岩,张婷,等. 优质高产简化栽培型谷子新品种冀谷 31 的选育研究[J]. *河北农业科学*,2014,18(2):1-3,72.
- [7] 闫宏山,刘金荣,王素英,等. 谷子新品种豫谷 18 的选育[J]. *作物杂志*,2012(3):147-148.
- [8] 闫宏山,宋中强,王淑君. 谷子新品种豫谷 19 的选育·特征特性·栽培技术要点[J]. *安徽农业科学*,2012,40(25):12430,12500.
- [9] 宋中强,刘金荣,王素英,等. 优质高产谷子新品种豫谷 20 的选育[J]. *安徽农业科学*,2014,42(3):667,682.
- [10] 郭群. 谷子新品种“济谷 15”通过审定[J]. *农村百事通*,2012(10):13.
- [11] 田伯红,张立新,王建广,等. 耐涝高产稳产夏谷新品种沧谷 5 号的选育[J]. *河北农业科学*,2014,18(5):69-71.
- [12] 郝洪波,韩铁峰,李爱国,等. 抗除草剂谷子品种衡谷 13 号的选育[J]. *河北农业科学*,2014,18(6):83-85.

(上接第 24 页)

- [3] 何旭平,纪从亮. 现代中国棉花育种与栽培概论[M]. 北京:中国农业科学技术出版社,2007:201-219.
- [4] 孙磊,陈兵林,周治国. 麦棉套作系统中小麦根区化感物质对棉苗生长的影响[J]. *棉花学报*,2006,18(4):213-217.
- [5] 孙磊,陈兵林,周治国. 麦棉套作 Bt 棉花根系分泌物对土壤速效养分及微生物的影响[J]. *棉花学报*,2007,19(1):18-22.
- [6] 王瑛,王立国,陈兵林,等. 麦棉共生期间棉花根系的生理特性研究[J]. *棉花学报*,2007,19(6):446-449.
- [7] 杨兵,孔德友,周红兵. 不同播量对小麦产量的影响[J]. *安徽农学通报*,2000,6(3):40-41.
- [8] 李兰真,汤景华,汤新海,等. 不同类型小麦品种播期、

播量研究[J]. *河南农业科学*,2007(11):38-41.

- [9] 安学军,邢志华,李保佳,等. 不同播期、播量对保麦 10 号产量形成特性的影响[J]. *农业科技通讯*,2011(7):89-91.
- [10] 吴文平,范贵国. 小麦包衣种播量试验初报[J]. *耕作与栽培*,2000(3):22-23.
- [11] 罗家传,崔晓东,吴秋燕,等. 小麦品种泛麦 8 号播期播量试验[J]. *河南农业科学*,2011,40(7):48-50.
- [12] 赵秉强,余松烈,李凤超,等. 冬小麦边际效应研究[J]. *耕作与栽培*,1997(4):4-7.
- [13] 安玉林. 边、内行小麦的灌浆特性以及与产量的关系[J]. *种子世界*,2006(8):32-33.
- [14] 杨铁钢,黄树梅,刘佩霞,等. 麦棉套种形式对小麦产量的影响[J]. *河南农业科学*,2000(2):3-5.