

网络出版日期:2018-03-19

网络出版地址:<http://kns.cnki.net/kcms/detail/61.1220.S.20180319.1511.016.html>

# 行距和播量配比对高产小麦品种‘洛麦 23’群体质量及产量的影响

田文仲<sup>1</sup>, 张媛菲<sup>1</sup>, 马 雯<sup>2</sup>, 张少澜<sup>1</sup>, 冯伟森<sup>1</sup>, 张 园<sup>1</sup>,  
蒋桂花<sup>3</sup>, 段国辉<sup>1</sup>, 温红霞<sup>1</sup>, 杨洪强<sup>1</sup>, 高海涛<sup>1</sup>

(1. 洛阳农林科学院,河南洛阳 471023;2. 宝鸡市农业科学院,陕西宝鸡 722499;

3. 封丘县职业中等专业学校,河南新乡 453300)

**摘要** 为给高产小麦品种‘洛麦 23’推广应用提供理论参考,在大田条件下,连续 2 a 以‘洛麦 23’为试验材料,采用随机区组试验设计,研究 3 个行距和 3 个播量对其群体质量及产量的影响。结果表明:不同行距间,小麦籽粒产量表现为行距 15 cm 最高,较行距 10 cm 和行距 20 cm 高 2.13% 和 8.84%,茎蘖数表现拔节期行距 10 cm 和行距 15 cm 显著高于行距 20 cm,叶面积指数(LAI)表现越冬期和起身期行距 10 cm 和行距 15 cm 显著高于行距 20 cm、花后 30 d 行距 15 cm 高于行距 10 cm 和行距 20 cm,粒质量叶比和粒数叶比表现为行距 10 cm 和行距 15 cm 高于行距 20 cm,结实粒表现为行距 15 cm 高于行距 10 cm 和行距 20 cm;不同播量间,产量表现 150 kg · hm<sup>-2</sup> 播量和 262.5 kg · hm<sup>-2</sup> 播量高于 375 kg · hm<sup>-2</sup> 播量,分别较 375 kg · hm<sup>-2</sup> 播量高 3.45% 和 5.92%,粒质量叶比表现为 150 kg · hm<sup>-2</sup> 播量和 262.5 kg · hm<sup>-2</sup> 播量显著高于 375 kg · hm<sup>-2</sup> 播量,茎蘖数、LAI、粒数叶比和结实粒无显著差异。不同行距下各播量茎蘖数、LAI、粒数叶比和结实粒表现各有区别,产量以行距 15 cm 配置播量 150 kg · hm<sup>-2</sup> 为最高,达 8 750.43 kg · hm<sup>-2</sup>。在‘洛麦 23’推广应用中,可以适当调控行距和播量,做到种法结合,才能充分发挥品种高产潜力。

**关键词** 行距;播量;‘洛麦 23’;群体质量;产量

中图分类号 S512

文献标志码 A

文章编号 1004-1389(2018)03-0347-07

小麦的高产稳产,离不开配套的栽培技术措施,而适宜的群体结构是小麦实现高产稳产的基础<sup>[1]</sup>,种法结合得当才能充分发挥品种的高产潜力,行距配置和种植密度是高产栽培中比较重要的技术手段<sup>[2]</sup>,不同地区、不同耕作方式、水肥管理等条件下,针对不同品种特性,应当选择不同的行距配置和种植密度<sup>[3-4]</sup>。单玉珊<sup>[5]</sup>指出,合理的群体结构需要密度与株型的合理配合。有研究表明,16.7 cm 行距配置  $450 \times 10^4 \text{ hm}^{-2}$  基本苗能使重穗型冬小麦综合性状表现最优<sup>[6]</sup>;在相同密度下,‘河农 822’的最佳行距配置是 15 cm,其次是 20 cm<sup>[2]</sup>;缩小行距、增加密度能调节小麦的群体结构,进而影响光合利用和干物质积累<sup>[7]</sup>;播种量为 90~180 kg · hm<sup>-2</sup>,小麦群体茎数和叶面积指数随播种量增加而增大<sup>[4]</sup>。因此,掌握适宜的基

本苗数,做到合理密植,是创造合理群体动态结构,形成优化产量结构的基本措施。本试验选用株型紧凑多穗型品种‘洛麦 23’为材料,在豫西生态条件下,研究不同行距和密度配置对其群体动态变化、叶面积指数(LAI)和产量的影响,以期为该品种的推广和高产栽培提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验设计

试验于 2013—2015 年度连续 2 a 在洛阳农林科学院试验田进行。试验地土层深厚,地势平坦,土壤为壤质。耕层土壤基础养分:土壤有机质为  $17.82 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ,全氮为  $1.012 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ,碱解氮为  $100.51 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ,速效钾为  $88.13 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ,速效磷为  $49.58 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。

收稿日期:2017-09-22 修回日期:2017-12-01

基金项目:国家现代农业(小麦)产业技术体系(CARS-E-3-35);河南省小麦产业体系(S2010-10-02);河南省重大科技专项(151100110400,161100110400)。

第一作者:田文仲,男,硕士,助理研究员,从事小麦栽培技术研究。E-mail:xxboy114@163.com

选用洛阳农林科学院自育品种‘洛麦 23’为材料,2013—2014 年度 10 月 12 日播种,2014—2015 年度 10 月 15 日播种。采用随机区组设计,设 3 个行距水平和 3 个播量水平,分别为:10 cm (R1)、15 cm (R2) 和 20 cm (R3), $150 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$  (D1)、 $262.5 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$  (D2) 和  $375 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$  (D3)。随机排列,3 次重复。小区面积为  $13.8 \text{ m}^2$  ( $2.3 \text{ m} \times 6 \text{ m}$ ),每公顷施纯 N 240 kg, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 90 kg, K<sub>2</sub>O 112.5 kg, 氮、磷、钾肥料类型分别为尿素、磷酸二铵、氯化钾,按小区面积计算称出肥料,整地后人工翻入。磷、钾肥和 50% 氮肥为基肥,另 50% 氮肥于拔节期随灌水追施。整个生育期越冬期和拔节期灌水 2 次。

## 1.2 取样及测定方法

1.2.1 产量及构成因素分析 成熟时分小区实收计产,计算单位面积籽粒产量。同时收获时每处理取 20 株按常规法进行室内单株考种分析。

1.2.2 群体动态调查 按定点调查法,在小区内选择有代表性的 100 cm 双行定点,在小麦生长的越冬期、返青期、起身期、拔节期、孕穗期和开花期进行群体动态调查。

1.2.3 叶面积指数(LAI) 采用小样比重法,连续取样 10 株调查不同生育时期叶面积。

## 1.3 数据处理分析

采用 Excel 2010 和 SPSS 16.0 进行数据处

表 1 不同行距、播量处理高产小麦‘洛麦 23’产量及产量构成因素

Table 1 Wheat yield of ‘Luomai 23’ and its components under treatment of different row spacings and seeding rates

处理 Treatment		穗数( $\times 10^4$ )/ $\text{hm}^{-2}$ Spike numbers	穗粒数 Grain numbers per panicle	千粒质量/g 1 000 grain mass	产量/( $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ ) Yield
R1	D1	584.41 bc	37.30 b	44.42 a	8 439.71 a
	D2	609.33 abc	37.24 b	43.62 a	8 601.63 a
	D3	645.98 a	33.76 b	40.53 ab	8 006.18 ab
	均值 Mean value	613.24 a	36.10 b	43.86 a	8 349.17 b
R2	D1	621.84 ab	40.61 a	43.50 a	8 750.43 a
	D2	637.94 ab	36.96 b	41.60 ab	8 472.84 a
	D3	641.11 ab	34.72 b	40.66 ab	8 358.27 ab
	均值 Mean value	633.63 a	37.43 a	41.92 b	8 527.18 a
R3	D1	557.51 c	37.13 b	41.24 ab	7 593.21 b
	D2	621.99 ab	35.54 b	41.85 ab	8 309.56 ab
	D3	640.36 ab	34.74 b	39.01 b	7 599.97 b
	均值 Mean value	606.62 b	35.80 b	40.37 c	7 834.25 c
均值 Mean value	D1	587.92 b	38.35 a	43.05 a	8 261.12 a
	D2	623.07 a	36.58 b	42.02 b	8 461.34 a
	D3	642.48 a	34.41 c	41.07 b	7 988.14 b

注:同列数据后小写字母不同表示差异达 5% 的显著水平,下同。

Note: Lowercase letters after the same columns indicate significant difference at level of 5%, the same below.

理和分析。2 a 数据趋势表现基本一致,用 2 a 均值进行分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 行距、播量对高产小麦‘洛麦 23’产量及产量构成因素的影响

由表 1 可知,不同行距间对小麦产量及其构成因素存在一定影响处理,R2 穗数、穗粒数和籽粒最高,较 R1 和 R3 分别高 3.32% 和 4.45%、3.68% 和 4.55%、2.13% 和 8.84%,R1 千粒质量最高,较 R2 和 R3 分别高 4.63% 和 8.65%;不同播量间亦对小麦产量及其构成因素存在一定影响,D2 和 D3 穗数显著高于 D1,分别较 D1 高 5.98% 和 9.28%,D1 穗粒数高于 D2 和 D3,D1 分别较 D2 和 D3 高 4.84% 和 11.45%,D1 千粒质量为最高,较 D2 和 D3 分别高 2.45% 和 4.82%,D1 和 D2 产量高于 D3,分别较 D3 高 3.45% 和 5.92%。

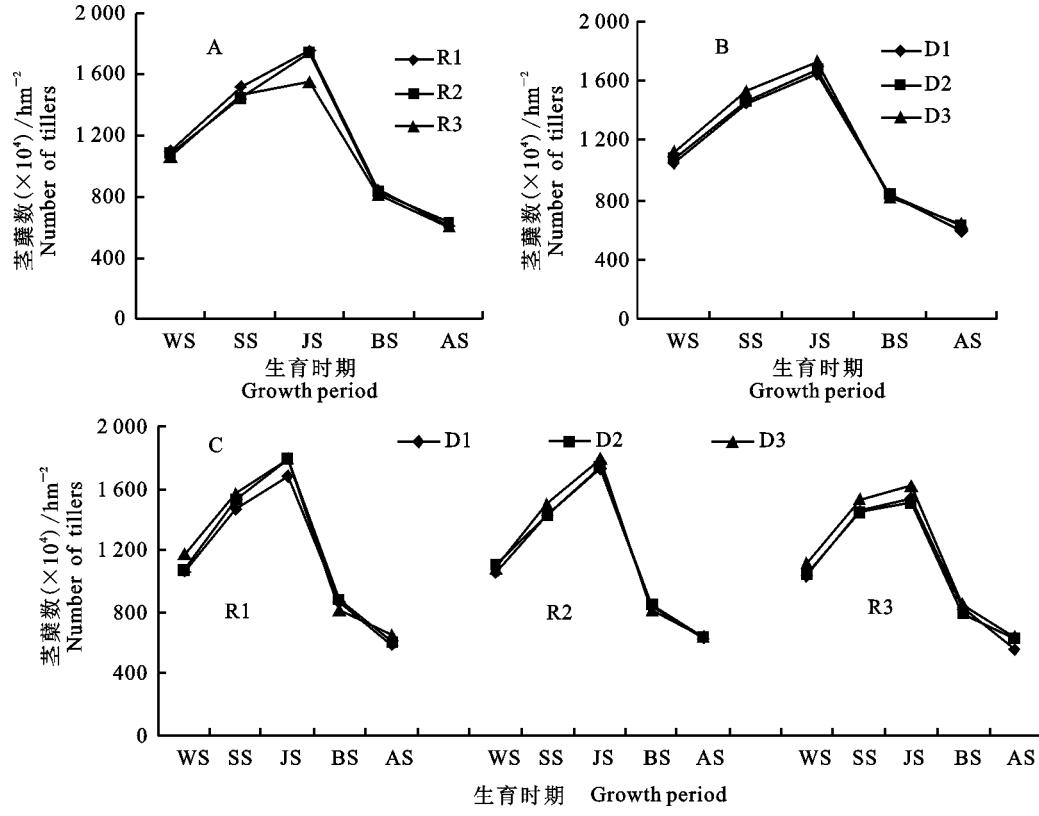
两因素互作下对小麦产量及其构成因素亦存在一定影响,表现为穗数以 R1D3 为最高,穗粒数以 R2D1 为最高,千粒质量以 R1D1 为最高,产量以 R2D1 为量高,并达显著差异水平。

### 2.2 行距、播量对高产小麦‘洛麦 23’群体变化的影响

由图 1 可知,小麦群体变化均呈单峰曲线

变化趋势。自越冬期开始升高,至拔节期达到最大值,之后开始下降。拔节到孕穗期下降速率较快,说明‘洛麦 23’两极分化快。不同行距水平间(图 1-A),拔节期 R1 和 R2 显著高于 R3,并达显著差异,R1 和 R2 分别较 R3 高  $196.7 \times 10^4 \text{ hm}^{-2}$  和  $195.3 \times 10^4 \text{ hm}^{-2}$ ,增幅 12.66% 和 12.57%,其他各时期差异不显著;不同播量水平间(图 1-B),各时期水平间差异不显著;不同行距下各播量表现(图 1-C),R1 水平下表现 D3 在越冬期表现较高,较 D1 和 D2 分别高  $113.10 \times 10^4 \text{ hm}^{-2}$  和  $101.53 \times 10^4 \text{ hm}^{-2}$ ,增幅 10.66% 和 9.47%,D2

和 D3 在起身期、拔节期高于 D1,分别较 D1 高  $67.85 \times 10^4 \text{ hm}^{-2}$ 、 $108.53 \times 10^4 \text{ hm}^{-2}$  和  $108.16 \times 10^4 \text{ hm}^{-2}$ 、 $114.35 \times 10^4 \text{ hm}^{-2}$ ,增幅 4.65%、6.47% 和 7.41%、6.82%;R2 水平下 D3 表现在起身期为最高,较 D1 和 D2 分别高  $69.74 \times 10^4 \text{ hm}^{-2}$  和  $68.80 \times 10^4 \text{ hm}^{-2}$ ,增幅 4.89% 和 4.82%;R3 水平下,起身期和拔节期以 D3 表现较高,较 D1 和 D2 分别高  $76.92 \times 10^4 \text{ hm}^{-2}$ 、 $81.52 \times 10^4 \text{ hm}^{-2}$  和  $86.85 \times 10^4 \text{ hm}^{-2}$ 、 $109.99 \times 10^4 \text{ hm}^{-2}$ ,增幅 5.30%、5.31% 和 6.02%、7.30%。



WS. 越冬期 Over wintering stage; SS. 起身期 Erecting stage; JS. 拔节期 Jointing stage; BS. 孕穗期 Booting stage; AS. 开花期 Anthesis stage; 下同 The same below

图 1 不同行距、播量处理高产小麦‘洛麦 23’茎蘖动态变化

Fig. 1 Dynamic change of stem and tiller of wheat variety ‘Luomai 23’ under treatment of different row spacings and seeding rates

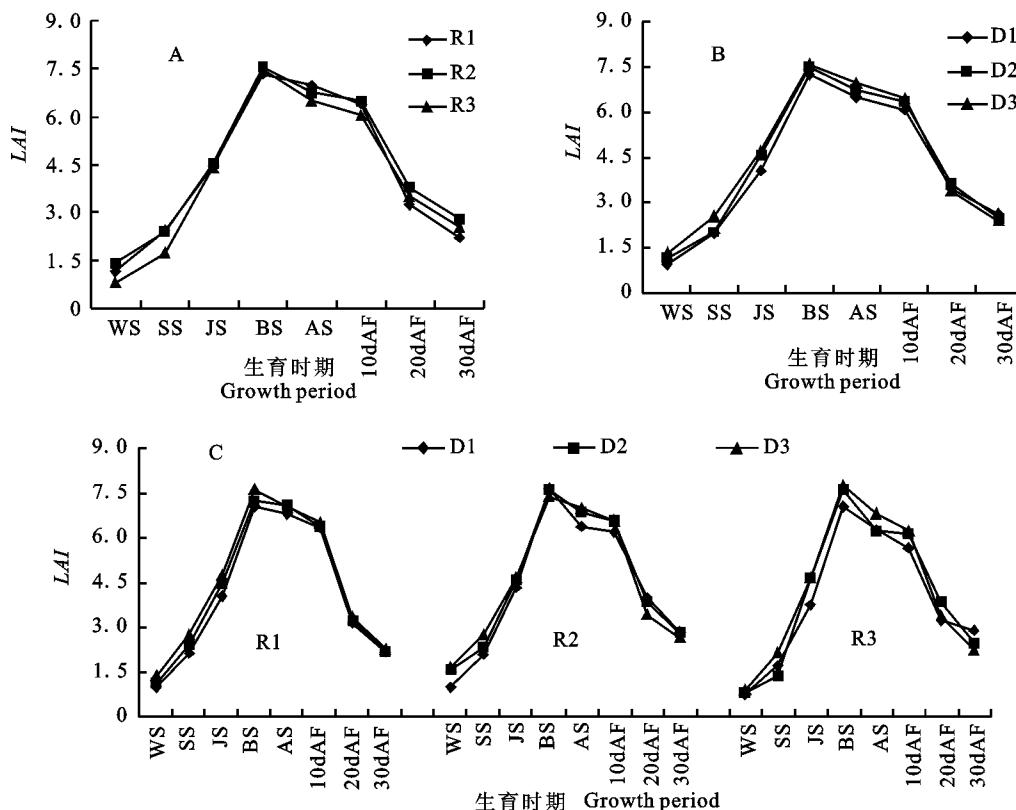
### 2.3 行距、播量对高产小麦‘洛麦 23’LAI 的影响

由图 2 中可知,小麦 LAI 变化均呈单峰曲线变化趋势。自越冬期开始升高,至孕穗期达到最大值,之后开始下降。不同行距水平间(图 2-A),越冬期和起身期 R1 和 R2 显著高于 R3,分别较 R3 高 0.35 和 0.61,增幅 43.27% 和 74.69%,花后 30 d R2 高于 R1 和 R3,并较 R1 和 R3 分别高 0.57 和 0.25,增幅 25.90% 和 9.71%,其他各时

期差异不显著;不同播量水平间(图 2-B),各时期水平间差异不显著;不同行距下各播量表现(图 2-C),R1 水平下各播量水平无显著差异;R2 水平下越冬期和开花期表现为 D2 和 D3 较高,分别较 D1 高 0.55、0.49 和 0.67、0.65,增幅 53.92%、7.69% 和 65.69%、10.20%,花后 20 d 为 D1 和 D2 较高,分别较 D3 高 0.58 和 0.43,增幅 17.01% 和 12.61%;R3 水平下越冬期至开花期

D3一直处于较高水平,但在花后30 d表现为最

低。其他各行距播量LAI表现基本一致。



10dAF. 花后 10 d 10 days after anthesis; 20dAF. 花后 20 d 20 days after anthesis; 30dAF. 花后 30 d 30 days after anthesis

图 2 不同行距、播量高产小麦‘洛麦 23’LAI 动态变化

Fig. 2 Different row spacings and seeding rates for LAI dynamic change of wheat variety ‘Luomai 23’

## 2.4 行距播量对高产小麦‘洛麦 23’粒叶比特征及结实粒数的影响

由表 2 可知,不同行距间,高产小麦‘洛麦 23’粒质量叶比表现为 R1 和 R2 高于 R3, 分别较 R3 高 0.98 和 0.80, 增幅 9.19% 和 7.63%; 结实粒表现为 R2 高于 R1 和 R3, 较 R1 和 R3 分别高  $15.98 \times 10^6$  粒·hm<sup>-2</sup> 和  $20.14 \times 10^6$  粒·hm<sup>-2</sup>, 增幅 7.23% 和 9.29%; 粒数叶比各行距处理间差异不显著; 不同播量间, 小麦粒质量叶比表现为 D1 和 D2 显著高于 D3, 分别较 D3 高 0.84 和 0.74, 增幅 7.93% 和 7.03%, 粒数叶比和结实粒各播量水平间无显著差异; 不同行距下各播量表现, R1 水平下粒质量叶比 D1 和 D2 显著高于 D3, 分别较 D3 高 1.46 和 1.41, 增幅 13.94% 和 13.39%, 结实粒 D2 显著高于 D1 和 D3, 较 D1 和 D3 分别高  $8.89 \times 10^6$  粒·hm<sup>-2</sup> 和  $8.83 \times 10^6$  粒·hm<sup>-2</sup>, 增幅 4.08% 和 4.05%; R2 水平下结实粒 D1 显著高于 D2 和 D3, 较 D2 和 D3 分别高  $16.73 \times 10^6$  粒·hm<sup>-2</sup> 和  $29.91 \times 10^6$  粒·hm<sup>-2</sup>, 增幅 7.10% 和 13.44%; R3 水平下粒质量叶比

D1 和 D2 显著高于 D3, 分别较 D3 高 0.98 和 1.06, 增幅 10.00% 和 10.77%, 结实粒 D2 和 D3 显著高于 D1, 分别较 D1 高  $14.05 \times 10^6$  粒·hm<sup>-2</sup> 和  $15.47 \times 10^6$  粒·hm<sup>-2</sup>, 增幅 6.79% 和 7.47%。不同行距间各播量下粒数叶比差异不显著。其他各处理间无显著差异。进一步分析三者与产量的相关性知, 粒数叶比与产量达极显著正相关, 相关系数为  $R=0.814^{**}$ , 粒质量叶比和结实数与产量达显著正相关, 相关系数分别为  $R=0.794^*$  和  $0.704^*$ 。

## 3 结论与讨论

不同行距和密度配置对小麦产量的影响已有较多报道<sup>[8-10]</sup>。孙宏勇等<sup>[11]</sup>研究表明, 7.5~30 cm 行距范围内, 窄行距有利于单位面积穗数的增加, 穗粒数和千粒质量影响不显著, 以至于行距越窄, 产量越高; 张全国等<sup>[12]</sup>研究表明, 10 cm 行距对小麦仍有增产作用。也有研究发现, 窄行距对小麦成穗数的增加不利<sup>[13]</sup>, 容易导致通透性差, 个体质量差<sup>[14]</sup>, 籽粒产量随种植行距的增大而递

表 2 不同行距、播量高产小麦‘洛麦 23’粒叶比特征及结实粒数

Table 2 Different row spacings and seeding rates for grain leaf ratio and grain number of wheat variety ‘Luomai 23’

处理 Treatment		粒质量叶比/(mg·cm <sup>-2</sup> ) Grain mass/leaf	粒数叶比/(粒·cm <sup>-2</sup> ) Grain number/leaf	结实粒(×10 <sup>6</sup> )/(粒·hm <sup>-2</sup> ) Fecundity rate
R1	D1	11.97 a	0.31 a	218.01 b
	D2	11.91 a	0.31 a	226.90 a
	D3	10.51 b	0.29 a	218.06 b
	均值 Mean value	11.46 a	0.30 a	220.99 b
R2	D1	11.42 a	0.33 a	252.51 a
	D2	11.12 a	0.31 a	235.78 b
	D3	11.36 a	0.30 a	222.60 b
	均值 Mean value	11.30 a	0.31 a	236.97 a
R3	D1	10.80 a	0.29 a	206.98 b
	D2	10.88 a	0.29 a	221.03 a
	D3	9.82 b	0.29 a	222.45 a
	均值 Mean value	10.50 b	0.29 a	216.82 b
均值 Mean value	D1	11.40 a	0.31 a	225.83 a
	D2	11.30 a	0.30 a	227.90 a
	D3	10.56 b	0.29 a	221.04 a

增<sup>[4]</sup>。在一定范围内随种植密度的增加,籽粒产量先增后减,群体总茎数和 LAI 亦呈相同趋势<sup>[15]</sup>;增加种植密度只是在小麦生长初期对生物量的增加起作用,LAI 在适宜范围内,才能协调好源库关系,当 LAI 超出一定范围就会影响叶片的光合作用,直接或间接影响小麦产量<sup>[2]</sup>。因此,针对不同品种特性,选择适宜该品种的行距和密度配置,才能充分发挥品种高产潜力。*‘兰考 906’*采用 16.7 cm 行距配置  $375 \times 10^4 \text{ hm}^{-2}$  才能充分发挥其品种的高产潜力<sup>[16]</sup>;“三密一稀”行距配置才能使‘小偃 503’达到优质高产协同发展<sup>[17]</sup>。

在豫西生态条件下,本试验研究结果表明,高产小麦‘洛麦 23’不同行距间穗数、穗粒数和籽粒产量 R2 最高,千粒质量表现 R1 最高;茎蘖数拔节期 R1 和 R2 显著高于 R3,LAII 越冬期和起身期 R1 和 R2 显著高于 R3、花后 30 d R2 显著高于 R1 和 R3,粒质量叶比和粒数叶比 R1 和 R2 显著高于 R3,结实粒 R2 最高;不同播量间,穗数 D2 和 D3 显著高于 D1,穗粒数 D1 高于 D2 高于 D3,千粒质量 D1 为最高,产量 D1 和 D2 高于 D3,粒质量叶比 D1 和 D2 显著高于 D3。

不同行距下各播量高产小麦‘洛麦 23’茎蘖数 R1 水平下 D3 在越冬期较高,D1 在起身期和拔节期为最低;R2 水平下表现 D3 在起身期为最

高;R3 水平下,起身期和拔节期以 D3 表现较高。LAI 在 R2 水平下越冬期和开花期 D1 最低、花后 20 d D3 最低;R3 水平下越冬期至开花期 D3 一直处于较高水平,但在花后 30 d 最低。R1 水平下粒质量叶比 D1 和 D2 显著高于 D3,结实粒 D2 显著高于 D1 和 D3;R2 水平下结实粒 D1 显著高于 D2 和 D3;R3 水平下粒质量叶比 D1 和 D2 显著高于 D3,结实粒 D2 和 D3 显著高于 D1。不同行距下各播量茎蘖数、LAI、粒数叶比和结实粒表现各有区别,产量以 15 cm 行距配置  $150 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$  播量最高,达  $8750.43 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。

#### 参考文献 Reference:

- [1] 凌启鸿.作物群体质量[M].上海:上海科学技术出版社,2000:218-225.
- [2] LING Q H. Crop Population Quality[M]. Shanghai: Shanghai Science and Technology Press, 2000:218-225 .
- [3] 刘丽平,胡焕焕,李瑞奇,等.行距配置和密度对冬小麦品种河农 822 群体质量及产量的影响[J].华北农学报,2008,23(2):125-131.
- [4] LIU L P, HU H H, LI R Q, et al. Effects of spacing pattern and planting density on population quality and grain yield of a winter wheat cultivar Henong 822[J]. *Acta Agriculturae Boreali-Sinica*, 2008, 23(2):125-131.
- [5] HUSSAIN M, MEHMOOD Z, KHAN M B, et al. Narrow row spacing ensures higher productivity of low tillering wheat cultivars[J]. *International Journal of Agriculture and Biology*, 2012, 14(3):413-418.

- [4] 武兰芳,欧阳竹.不同播量与行距对小麦产量与辐射截获利用的影响[J].中国生态农业学报,2014,22(1):31-36.
- WU L F, OUYANG ZH. Effects of row spacing and seeding rate on radiation use efficiency and grain yield of wheat [J]. *Chinese Journal of Eco-Agriculture*, 2014, 22(1):31-36.
- [5] 单玉珊.小麦高产栽培技术原理[M].北京:科学出版社,2001:144-150.
- SHAN Y SH. The Principle of High Yield Cultivation of Wheat [M]. Beijing: Science Press, 2001:144-150 .
- [6] 刘雪薇,董宝婧,苗芳,等.不同行距和播量对重穗型高产冬小麦生物学性状的影响[J].干旱地区农业研究,2012,30(4):161-165.
- LIU X W, DONG B J, MIAO F, et al. Effect of different row space and seeding quantity on biological characteristics of heavy panicle type high yield winter wheat [J]. *Agricultural Research in the Arid Areas*, 2012, 30(4):161-165.
- [7] 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.
- YANG W P, GUO T C, LIU SH B, et al. Effects of row spacing form on matter transforming and grain filling characteristics of heavy-ear wheat [J]. *Acta Agriculturae Boreali-Sinica*, 2007, 22(6):103-107.
- [8] 吴玉娥,薛香,郜庆炉,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.
- WU Y E, XUE X, GAO Q L, et al. Effect of row spacing on grain yield and quality of super-high yielding wheat [J]. *Journal of Triticeae Crops*, 2004, 24(3):84-86.
- [9] 盛坤,张露雁,郭玉强,等.行距对冬小麦品种新麦26群体质量和产量的影响[J].河南农业科学,2015,44(3):26-30.
- SHENG K, ZHANG L Y, GUO Y Q, et al. Effects of row spacing on population quality and grain yield of winter wheat cultivar Xinmai 26 [J]. *Journal of Henan Agricultural Sciences*, 2015, 44(3):26-30.
- [10] 李娜娜,田奇卓,王树亮,等.两种类型小麦品种分蘖成穗对群体环境的响应与调控[J].植物生态学报,2010,34(3):289-297.
- LI N N, TIAN Q ZH, WANG SH L, et al. Responses and regulation of canopy microclimate on formation spike from tillers of two types of wheat [J]. *Acta Phytocologica Sinica*, 2010, 34(3):289-297.
- [11] 孙宏勇,刘昌明,张喜英,等.不同行距对冬小麦麦田蒸发、蒸散和产量的影响[J].农业工程学报,2006,22(3):22-26.
- SUN H Y, LIU CH M, ZHANG X Y, et al. Effects of different row spacings on soil evaporation, evapotranspiration and yield of winter wheat [J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2006, 22(3):22-26.
- [12] 张全国,马瑞昆,贾秀领,等.种植密度和样式对强筋小麦产量及其构成的影响[J].河北农业科学,2006,10(2):11-15.
- ZHANG Q G, MA R K, JIA X L, et al. Effect of planting density and pattern on yield and yield components of different high-gluten winter wheat [J]. *Journal of Hebei Agricultural Sciences*, 2006, 10(2):11-15.
- [13] 朱统泉,赵立尚,贺建锋,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.
- ZHU T Q, ZHAO L SH, HE J F, et al. Regulation effect of different row spacing on population quality and yield of wheat [J]. *Shaanxi Journal of Agricultural Sciences*, 2006(4):8-10 .
- [14] 陈素英,张喜英,陈四龙,等.种植行距对冬小麦田土壤蒸发与水分利用的影响[J].中国生态农业学报,2006,14(3):86-89.
- CHEN S Y, ZHANG X Y, CHEN S L, et al. Effects of different row spaces on the soil evaporation and water use in winter wheat field [J]. *Chinese Journal of Eco-Agriculture*, 2006, 14(3):86-89.
- [15] 胡焕焕,刘丽平,李瑞奇,等.播种期和密度对冬小麦品种河农822产量形成的影响[J].麦类作物学报,2008,28(3):490-496.
- HU H H, LIU L P, LI R Q, et al. Effect of sowing date and planting density on the yield formation of a winter wheat cultivar Henong 822 [J]. *Journal of Triticeae Crops*, 2008, 28(3):490-496.
- [16] 朱云集,郭汝礼,郭天财,等.行距配置与密度对兰考906群体质量及产量的影响[J].麦类作物学报,2001,21(2):62-66.
- ZHU Y J, GUO R L, GUO T C, et al. Effects of spacing form and density on quality of population and grain yield of Lankao 906 [J]. *Journal of Triticeae Crops*, 2001, 21(2): 62-66.
- [17] 张保军,由海霞,海江波,等.种植方式对小麦产量及品质影响的研究[J].陕西农业科学,2002(4):1-2.
- ZHANG B J, YOU H X, HAI J B, et al. Effect of plant way on yield and quality of wheat [J]. *Shaanxi Journal of Agricultural Sciences*, 2002(4):1-2.

## Effect of Ratio of Row Spacing to Seeding Rate on Quality and Yield of High Yield Wheat ‘Luomai 23’

TIAN Wenzhong<sup>1</sup>, ZHANG Yuanfei<sup>1</sup>, MA Wen<sup>2</sup>, ZHANG Shaolan<sup>1</sup>,  
FENG Weisen<sup>1</sup>, ZHANG Yuan<sup>1</sup>, JIANG Guihua<sup>3</sup>, DUAN Guohui<sup>1</sup>,  
WEN Hongxia<sup>1</sup>, YANG Hongqiang<sup>1</sup> and GAO Haitao<sup>1</sup>

(1. Luoyang Academy of Agriculture and Forestry, Luoyang Henan 471023, China; 2. Baoji Academy of Agricultural Sciences, Baoji Shaanxi 722499; 3. Fengqiu Vocational Secondary Specialized School, Xinxiang Henan 472001, China)

**Abstract** In order to provide a theoretical reference to extend high yield wheat variety ‘Luomai 23’, under field condition, the ‘Luomai 23’ was taken as an experimental material in consecutive two years, and the randomized blocks were designed to study the effects of row spacing ratio to seeding rate on yield and component factors of high yield wheat variety ‘Luomai 23’. The results showed that wheat seeds yield was the highest at row spacing of 15 cm, and it was respectively 2.13% and 8.84% higher than that of row spacing of 10 cm and 20 cm, the number of tillers at jointing stage was significantly higher at row spacings of 10 cm and 15 cm than that of row spacing 20 cm. At overwintering period and growth stage, LAI of the row spacing 10 cm and row spacing 15 cm were significantly higher than that of row spacing 20 cm, 30 days after anthesis, LAI of row spacing 15 cm was higher than that of row spacing 10 cm and 20 cm. The ratio of grain mass and grain number were higher at the row spacing 10 cm and 15 cm than that of 20 cm, grain yield of the row spacing 15 cm was significantly higher than that of row spacing 10 cm and row spacing 20 cm; in different seeding rate, the yield was higher at seeding rates of  $150 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$  and  $262.5 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$  than the seeding rate of  $375 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ , and the yields were 3.45% and 5.92% higher respectively than that of  $375 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$  of seeding rate, grain mass ratio of  $150 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$  and  $262.5 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$  seeding rate was higher than that of  $375 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$  seeding rate, tiller number, LAI, grain-leaf ratio and grain number had no significant difference. Under the different spacing density of tillers, LAI, grain number and grain yield performance were different, the grain yield was up to  $8750.43 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$  at 15 cm spacing and seeding rate of  $150 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ . In the extension of ‘Luomai 23’, adjusting spacing and sowing quantity could tap high yield potential of ‘Luomai 23’.

**Key words** Row spacing; Seeding rate; ‘Luomai 23’; Quality ; Yield

**Received** 2017-09-22

**Returned** 2017-12-01

**Foundation item** China Agriculture(Wheat) Industry Technology System(No. CARS-E-3-35); Henan Agriculture(Wheat) Industry Technology System(No. S2010-10-02); Henan Key Special Program of Science and Technology(No. 151100110400,161100110400).

**First author** TIAN Wenzhong, male, master, assistant research fellow. Research area: wheat cultivation . E-mail : xxboy114@163. com

(责任编辑:成 敏 Responsible editor:CHENG Min)