

## 播种密度对谷子农艺性状及产量的影响

刘鑫, 成锴, 王振华, 刘红, 王枫叶, 田岗, 李会霞, 王玉文\*, 余爱丽, 张鹏

(山西农业大学谷子研究所, 山西长治 046011)

**摘要** [目的]探索谷子在不同播种密度条件下农艺性状及产量的变化情况。[方法]以长生13为材料,设置60万、57万、54万、51万、48万、45万株/hm<sup>2</sup> 6个不同的播种密度,研究播种密度对谷子农艺性状、单株干物质量及产量的影响。[结果]长生13随着播种密度从60万株/hm<sup>2</sup>到45万株/hm<sup>2</sup>的逐渐减小,株高变化不显著,穗长、穗粗、千粒重均随着播种密度减小而增加;单株干物质量总体趋势是播种密度越小,单株干物质量越大;产量随播种密度减小先略有提高,后降低,再有较大提高,在播种密度45万株/hm<sup>2</sup>时达到最高。[结论]长生13产量在播种密度45万株/hm<sup>2</sup>时达到最高。该研究可为谷子高产栽培技术的进一步研究提供理论基础。

**关键词** 播种密度;谷子;农艺性状;产量

中图分类号 S515 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2020)23-0054-03

doi:10.3969/j.issn.0517-6611.2020.23.013



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

**Effects of Sowing Density on Agronomic Characters and Yield of Millet**

LIU Xin, CHENG Kai, WANG Zhen-hua et al (Millet Research Institute, Shanxi Agricultural University, Changzhi, Shanxi 046011)

**Abstract** [Objective] To explore the changes in agronomic characteristics and yield of millet under different sowing densities. [Method] Using Changsheng 13 as the material, six different sowing densities of 600 000, 570 000, 540 000, 510 000, 480 000, 450 000 plants/hm<sup>2</sup> were set to study the effects of planting density on the agronomic characters, dry matter quality per plant and yield of millet. [Result] As the sowing density of Changsheng 13 gradually decreased from 600 000 plants/hm<sup>2</sup> to 450 000 plants/hm<sup>2</sup>, the plant height did not change significantly, and the ear length, ear diameter, and 1 000-grain weight all increased with the decrease of the sowing density; the general trend of dry matter quality per plant was that the lower the sowing density, the greater the dry matter mass per plant; with the decrease of sowing density, the yield increased slightly at first, then decreased, and then increased greatly, reaching the highest when the sowing density was 450 000 plants/hm<sup>2</sup>. [Conclusion] The yield of Changsheng 13 reached the highest when the sowing density was 450 000 plants/hm<sup>2</sup>. This research can provide a theoretical basis for further research on high-yield cultivation techniques of millet.

**Key words** Sowing density; Millet; Agronomic characters; Yield

谷子是一种抗旱节水耐贫瘠土壤的农作物<sup>[1]</sup>,是具有较强抗旱性和耐贫瘠性的环境友好型植物,在我国北方干旱和半干旱土地作物区广泛种植<sup>[2]</sup>。同时谷子也是山西省农业供给侧结构性改革、种植产业结构调整 and 大力发展优势杂粮的重点作物之一<sup>[3]</sup>。合理的播种密度可以促使谷子群体与单个植株间协调生长,保障谷子达到最大产量。播种密度是维持单位土地面积农作物群体数量和空间结构的主要因素,合理密植可以保证农作物群体有效利用光、热、水、肥等资源<sup>[4]</sup>。谷子播种较稀时,单个植株能充分发育形成大穗,但有效穗数不足时会导致群体产量低;而增加密度,单个植株发育受影响,有效穗数增加,群体产量提高;密度太高时,单个植株生长受阻,群体产量反而降低<sup>[5]</sup>。目前关于播种密度对农作物影响的研究集中在主要粮食作物上,对谷子研究相对较少。为此,笔者探索谷子在不同播种密度条件下植株农艺性状、单株干物质量及产量的变化规律,以期对谷子高产栽培技术的进一步研究提供理论基础。

**1 材料与方****1.1 试验材料及试验田概况** 试验于2018年在山西省长

治市山西省农业科学院谷子研究所试验田进行,当地海拔923 m(36°12'47.28" N, 113°08'24.77" E)。试验田土壤为石灰质褐土,速效氮含量22.71 mg/kg,速效磷含量39.87 mg/kg,速效钾含量118.67 mg/kg。5月20日播种,10月7日收获。试验材料为谷子品种长生13。

**1.2 试验设计** 试验设6个处理:处理1(T<sub>1</sub>)60万株/hm<sup>2</sup>;处理2(T<sub>2</sub>)57万株/hm<sup>2</sup>;处理3(T<sub>3</sub>)54万株/hm<sup>2</sup>;处理4(T<sub>4</sub>)51万株/hm<sup>2</sup>;处理5(T<sub>5</sub>)48万株/hm<sup>2</sup>;处理6(T<sub>6</sub>)45万株/hm<sup>2</sup>;每个处理3次重复,随机区组设计,每个小区面积30 m<sup>2</sup>。

**1.3 测定内容与方法**

**1.3.1 干物质量的测量。**各处理分别于苗期、拔节期、抽穗期、灌浆期和完熟期同时取样。每小区取10株有代表性的植株,将样品于105℃烘箱杀青30 min后再于80℃烘干至恒重称重,然后称单株干物质重量并进行相关计算。

**1.3.2 农艺性状及产量的测量。**在谷子完熟期对各处理的小区进行测产,并测量株高,再进行相关计算;同时取10株谷子植株进行考种测量,记录相关数据。

**1.4 数据处理** 试验数据运用Excel进行数据分析和作图;运用SPSS 19.0进行差异显著性分析。

**2 结果与分析**

**2.1 不同播种密度对农艺性状的影响** 由表1可知,T<sub>6</sub>处理株高略高于其他处理,但与其他处理间差异不显著,推测在一定范围内谷子播种密度变化对株高影响不大。穗长和穗粗随着播种密度的减小而增加,T<sub>6</sub>处理植株的穗长显著大

**基金项目** 山西省重点研发计划重点项目(201703D211002-6);国家谷子高粱产业技术体系(CARS-06-13.5-A23);山西省农业科学院创新项目(YCX2018414);山西省农科院农业科技创新工程(YGC2019KQ01);山西省重点研发计划项目(201803D221019-3)。

**作者简介** 刘鑫(1984—),男,山西长治人,助理研究员,硕士,从事谷子生理生态和杂交育种研究。\*通信作者,研究员,从事谷子杂种优势利用研究。

**收稿日期** 2020-04-30

于  $T_1$ 、 $T_2$ 、 $T_3$  处理。千粒重也随着播种密度的减小而增加,这 千粒重也随之上升。可能是由于谷子种植较稀时单个植株能充分发育形成大穗,

表 1 各处理农艺性状的差异

Table 1 Differences of agronomic characters in different treatments

处理 Treatment	株高 Plant height//cm	穗长 Ear length//g	穗粗 Ear diameter//cm	千粒重 1 000-grain weight//g
$T_1$	131.01±4.14 a	23.90±5.32 c	3.01±0.41 c	2.77±0.21 d
$T_2$	130.43±7.27 a	24.83±4.77 b	3.11±0.57 bc	2.84±0.32 c
$T_3$	129.30±9.71 a	24.92±4.86 b	3.16±0.63 b	2.96±0.28 b
$T_4$	132.81±6.11 a	25.10±5.32 ab	3.27±0.39 ab	3.02±0.21 ab
$T_5$	131.45±5.37 a	25.33±4.77 ab	3.28±0.48 ab	3.08±0.32 ab
$T_6$	133.30±7.25 a	26.10±4.86 a	3.32±0.54 a	3.16±0.28 a

注: 同列不同小写字母表示不同处理在 0.05 水平差异显著

Note: Different lowercase letters in the same column stand for significant differences between different treatments at 0.05 level

**2.2 不同播种密度对植株干物质质量的影响** 图 1 表明, 苗期  $T_6$  处理植株单株干物质质量最大, 为 (1.51±0.18) g;  $T_2$  处理植株单株干物质质量最小, 为 (0.49±0.09) g。苗期各处理单株干物质质量大小顺序为  $T_6 > T_5 > T_3 > T_4 > T_1 > T_2$ 。在苗期, 谷子的播种密度田间表现总体趋势为播种密度越大, 植株高度越高, 但是茎粗越细, 单株干物质质量越小。

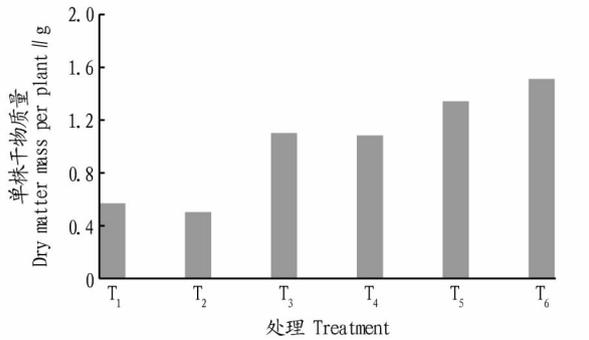


图 1 各处理苗期单株干物质质量

Fig. 1 Dry matter quality per plant at seedling stage of each treatment

图 2 表明, 拔节期  $T_6$  处理植株单株干物质质量最大, 为 (18.78±4.81) g;  $T_1$  处理植株单株干物质质量最小, 为 (13.22±2.93) g。拔节期各处理单株干物质质量大小顺序为  $T_6 > T_5 > T_4 > T_3 > T_2 > T_1$ 。可见, 在谷子拔节期, 各处理单株干物质质量随着播种密度的减小而增加。

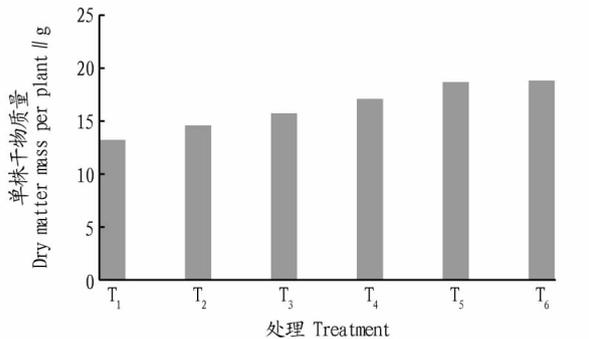


图 2 各处理拔节期单株干物质质量

Fig. 2 Dry matter quality per plant at jointing stage of each treatment

图 3 表明, 抽穗期  $T_6$  处理植株单株干物质质量最大, 为 (29.99±3.24) g;  $T_1$  处理植株单株干物质质量最小, 为 (19.21±5.42) g。抽穗期各处理单株干物质质量大小顺序为  $T_6 > T_5 > T_3 > T_2 > T_4 > T_1$ 。

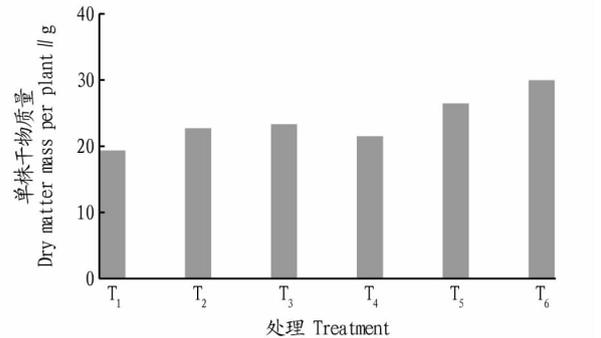


图 3 各处理抽穗期单株干物质质量

Fig. 3 Dry matter quality per plant at heading stage of each treatment

图 4 表明, 灌浆期  $T_6$  处理植株单株干物质质量最大, 为 (53.68±10.33) g;  $T_1$  处理植株单株干物质质量最小, 为 (30.56±7.56) g。灌浆期各处理单株干物质质量大小顺序为  $T_6 > T_5 > T_4 > T_2 > T_3 > T_1$ 。

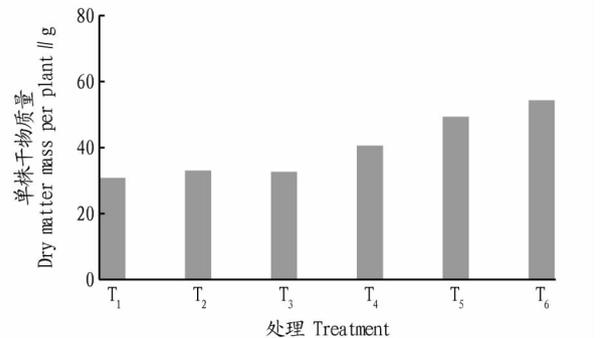


图 4 各处理灌浆期单株干物质质量

Fig. 4 Dry matter quality per plant at filling stage of each treatment

由图 5 可见, 成熟期  $T_6$  处理植株单株干物质质量最大, 为 (61.34±9.11) g;  $T_1$  处理植株单株干物质质量最小, 为 (40.40±5.23) g。成熟期各处理单株干物质质量大小顺序为  $T_6 > T_5 >$

$T_4 > T_3 > T_2 > T_1$ 。

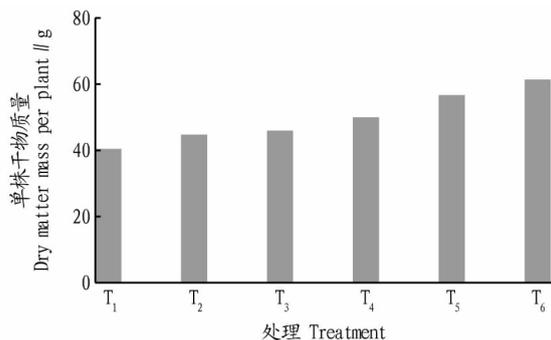
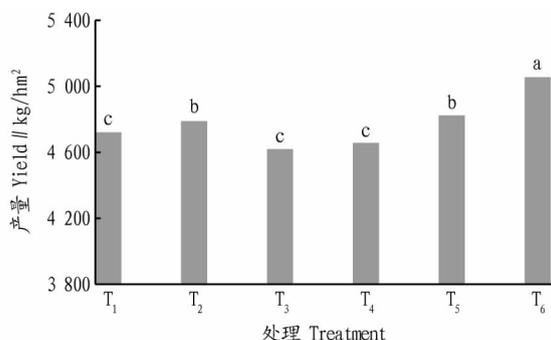


图5 各处理完熟期单株干物质量

Fig.5 Dry matter quality per plant at maturity stage of each treatment

**2.3 不同播种密度对产量的影响** 图6表明,  $T_6$  处理产量最高, 为  $(5\ 055.80 \pm 155.66) \text{ kg/hm}^2$ , 显著高于其他处理;  $T_3$  处理产量最低, 为  $(4\ 619.67 \pm 248.93) \text{ kg/hm}^2$ , 显著低于  $T_6$ 、 $T_5$  和  $T_2$  处理。各处理产量大小顺序为  $T_6 > T_5 > T_2 > T_1 > T_4 > T_3$ , 可见产量随着播种密度的减小先略有提高, 后降低, 再有较大提高。结果表明, 播种密度在  $45 \text{ 万株/hm}^2$  时, 谷子品种长生13产量最高。



注: 图中不同小写字母表示不同处理在 0.05 水平差异显著

Note: Different lowercase letters in the figure stand for significant differences between different treatments at 0.05 level

图6 不同播种密度谷子的产量情况

Fig.6 Millet yield of different sowing density

### 3 讨论与结论

播种密度大小对谷子农艺性状有较大影响<sup>[5]</sup>。该研究发现, 随着播种密度下降, 株高变化不显著; 推断在一定范围

内谷子播种密度变化对株高影响不大, 这与王显瑞等<sup>[6]</sup>的研究结果不一致, 这可能是不同生态区不同品种谷子株高对密度响应不同造成的。穗长、穗粗、千粒重均随着播种密度的减小而增加。表明谷子播种密度对穗长、穗粗、千粒重有较大影响, 这与王显瑞等<sup>[6-8]</sup>的研究结果相一致。

各处理单株干物质量在苗期、拔节期、抽穗期、灌浆期有所波动, 但总体趋势是播种密度越小, 单株干物质量就越大, 这一趋势在完熟期更加明显。说明谷子种植较稀时单株个体能充分发育, 形成较大干物质量。但群体产量的增加需要适宜的播种密度。

合理的种植密度有利于提高作物的茎秆抗倒伏能力, 从而确保产量形成<sup>[9]</sup>。刘红霞等<sup>[10]</sup>的研究表明, 谷子产量与密度之间呈抛物线型。该研究结果显示, 产量随着种植密度减小先略有提高, 后降低, 再有较大提高, 并未显现出抛物线型, 表明该研究的密度设置范围还需进一步扩大, 以便研究密度对产量的影响。

综上, 该研究结果显示, 谷子品种长生13随着播种密度从  $60 \text{ 万株/hm}^2$  到  $45 \text{ 万株/hm}^2$  的逐渐减小, 株高变化不显著, 穗长、穗粗、千粒重均随着播种密度的减小而增加; 单株干物质量总体趋势是播种密度越小, 单株干物质量越大; 播种密度  $45 \text{ 万株/hm}^2$  时谷子产量最高。播种密度与产量间的关系还需进一步研究。

### 参考文献

- [1] 田岗, 刘鑫, 李会霞, 等. 谷子各器官干物质量分配与产量的相关性分析[J/OL]. 分子植物育种, 2019-11-29[2020-03-26]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/46.1068.s.20191129.1110.008.html>.
- [2] 李顺国, 刘斐, 刘猛, 等. 近期中国谷子高粱产业发展形势与未来趋势[J]. 农业展望, 2018, 14(10): 37-40.
- [3] 任君, 阎小涛, 秦秀珍. 山西省谷子产业发展现状及前景展望[J]. 现代农业科技, 2017(20): 267-268.
- [4] 李君霞, 代书桃, 陈宇翔, 等. 播种密度对夏谷顶三叶和穗部性状的影响[J]. 河南农业科学, 2020, 49(7): 25-34.
- [5] 连延浩. 集雨种植模式下施肥和种植密度对谷子生长及水肥利用效率的影响[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2017.
- [6] 王显瑞, 李书田, 赵敏, 等. 不同种植密度对谷子农艺性状及产量的影响[J]. 新疆农业科学, 2015, 52(11): 2028-2034.
- [7] 郭瑞峰, 任月梅, 杨忠, 等. 春谷早熟区谷子种植密度对植株性状及产量的影响研究[J]. 农学报, 2015, 5(9): 7-11.
- [8] 颜丽美, 李国瑜, 邹仁峰, 等. 种植密度对夏谷农艺性状及产量的影响[J]. 安徽农业科学, 2017, 45(12): 12-14.
- [9] 徐田军, 吕天放, 陈传永, 等. 播期对玉米干物质积累转运和籽粒灌浆特性的影响[J]. 中国农业科技导报, 2016, 18(6): 112-118.
- [10] 刘红霞, 刘恩魁, 刘环, 等. 夏谷种植密度与产量预测模型的研究[J]. 天津农业科学, 2013, 19(2): 78-82.