

不同种植密度对张杂谷 5 号干物质积累的影响

卢海博<sup>1</sup>,张付强<sup>2</sup>,孟丽丽<sup>1,3</sup>,龚学臣<sup>1\*</sup>,乔永明<sup>1</sup>,赵治海<sup>4</sup>

(1. 河北北方学院 农林科技学院,河北 张家口 075131; 2. 河北威远生化农药有限公司,河北 石家庄 075000;  
3. 内蒙古农业大学,内蒙古 呼和浩特 010010; 4. 张家口市农业科学院,河北 张家口 075131)

**摘要:** 设 4 个密度水平(75 000、150 000、225 000、300 000 株/hm<sup>2</sup>),研究了不同种植密度对张杂谷 5 号干物质积累的影响,结果表明,张杂谷 5 号在整个生育期干物质积累呈慢—快—慢型,150 000 株/hm<sup>2</sup>密度下成熟期单株干物质积累总量为 100.82 g/株,穗部干物质质量为 79.94 g/株,叶、茎运转率为 24.73%、26.82%,叶、茎对籽粒的贡献率为 8.55%、14.87%,产量为 7 477.37 kg/hm<sup>2</sup>,各项指标均高于其他 3 个种植密度,150 000 株/hm<sup>2</sup>为张杂谷 5 号的最佳种植密度。

**关键词:** 谷子; 张杂谷 5 号; 种植密度; 干物质积累; 产量

**中图分类号:** S515      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1004-3268(2015)12-0030-04

Effect of Different Planting Density on Dry Matter Accumulation  
of Zhangzagu 5

LU Haibo<sup>1</sup>,ZHANG Fuqiang<sup>2</sup>,MENG Lili<sup>1,3</sup>,GONG Xuechen<sup>1\*</sup>,QIAO Yongming<sup>1</sup>,ZHAO Zhihai<sup>4</sup>

(1. College of Agriculture Forestry, Hebei North University, Zhangjiakou 075131, China; 2. Hebei Veyong Bio-chemical Pesticide Co., Ltd., Shijiazhuang 075000, China; 3. Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot 010010, China; 4. Zhangjiakou Academy Agricultural Sciences, Zhangjiakou 075131, China)

**Abstract:** The effects of different planting density (75 000, 150 000, 225 000, 300 000 plant per ha) on dry matter accumulation of Zhangzagu 5 were studied. The results showed that the dry matter accumulation of Zhangzagu 5 showed the slow-quick-slow trend during the whole growth period; under the planting density of 150 000 plant per ha, the dry matter accumulation of Zhangzagu 5 was 100.82 g per plant, the dry matter accumulation of spike per plant was 79.94 g, the transportation rate of leaf and stem were 24.73% and 26.82%, the contribution rate to seed of leaf and stem were 8.55% and 14.87%, the yield was 7 477.37 kg/ha, overall, all indexes of Zhangzagu 5 under the planting density of 150 000 plant per ha were higher than that under the other three planting densities. The planting density of 150 000 plant per ha was the best planting density for Zhangzagu 5.

**Key words:** millet; Zhangzagu 5; plant density; dry matter accumulation; yield

作物干物质积累受多重因素影响,种植密度是主要影响因子之一<sup>[1]</sup>。合理的种植密度可以改善群体内光照、温度、光资源利用率、通风透光等状况、协调群体个体关系,提高干物质积累量。

杂交谷子具有高产、优质、节水抗旱、抗病虫害、省时省工等优点,生产中得到大面积应用<sup>[2-5]</sup>。由于谷子杂交种应用较晚,深入研究杂交谷子的最佳栽培密度对于建立杂交谷子高产栽培技术具有指导

意义<sup>[6-8]</sup>。为此,研究了不同种植密度对张杂谷 5 号生育过程中干物质积累动态的影响,旨在为张杂谷 5 号的高产栽培提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 试验材料

供试品种张杂谷 5 号,由张家口市农业科学研究院谷子研究所提供。

收稿日期:2015-05-11  
基金项目:国家科技支撑计划项目(2011BAD06B00)  
作者简介:卢海博(1979-),女,河北涿鹿人,讲师,硕士,主要从事作物栽培与农药残留研究。E-mail:nkxlbh@163.com  
\* 通讯作者:龚学臣(1963-),男,河北张北人,教授,主要从事作物抗旱生理生态研究。E-mail:nkxgxc@163.com

1.2 试验地点

试验于 2013 年在河北北方学院试验农场进行。土壤为砂壤土,耕作层有机质含量为 27.1 g/kg,速效磷含量为 43.22 mg/kg,速效钾含量为 170.92 mg/kg。

1.3 试验设计

试验采用随机区组设计,小区面积为 4 m × 4.2 m。设 4 个密度处理,分别为 75 000、150 000、225 000、300 000 株/hm<sup>2</sup>,每个处理重复 4 次,共 16 个小区。

试验于 2013 年 5 月 14 日采用播种机播种,施基肥(复合肥 N:P:K = 23:8:11)750 kg/hm<sup>2</sup>。其他管理均按常规栽培措施统一进行,成熟后收获。

1.4 测定项目及方法

在谷子 5 叶期,选取各处理生长一致的植株 80~100 株挂牌标记。于出苗期(5 月 30 日)、拔节期(6 月 15 日)、抽穗期(7 月 20 日)、开花期(7 月 25 日)、乳熟期(8 月 10 日)、蜡熟期(8 月 19 日)、成熟期(9 月 2 日)取样测定地上部干物质质量。每次取样不得少于 10 株,前 3 次取 20 株以上。将从试验田取回的样品按茎、叶、穗等植物器官分开,先经烘箱 105 ℃ 杀青 30 min,80 ℃ 烘干至质量恒定。

按公式计算如下指标:  
生育时期干物质净积累量 = 总干物质质量 - 前 1 个生育时期总干物质质量<sup>[9]</sup>;

营养器官的物质转运率 = (该器官最大干物质质量 - 该器官成熟时干物质质量)/该器官最大干物质质量 × 100%;

营养器官对籽粒贡献率 = (该器官最大干物质质量 - 该器官成熟时干物质质量)/籽粒干质量 × 100%<sup>[10]</sup>。

1.5 数据处理

运用 Microsoft Excel 软件进行数据计算与作图,运用 SPSS 软件进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同种植密度下张杂谷 5 号单株干物质积累量的变化

由图 1 可以看出,在拔节前,4 个种植密度下张杂谷 5 号单株干物质积累量变化不明显。拔节后干物质积累量快速增加,75 000 株/hm<sup>2</sup> 和 150 000 株/hm<sup>2</sup> 的增长较快,成熟期这 2 种密度下的干物质积累量分别为 95.49 g/株和 100.82 g/株。表明张杂谷 5 号在拔节后期的生长受密度影响较大,这是由于拔节前张杂谷 5 号植株比较小,密度对植株生长所需养分、光照的限制并未在个体之间体现;而拔

节后随着植株的长大,株间竞争不断加大,单株获得的水分养分和光照均减少,表现出了密度差异。

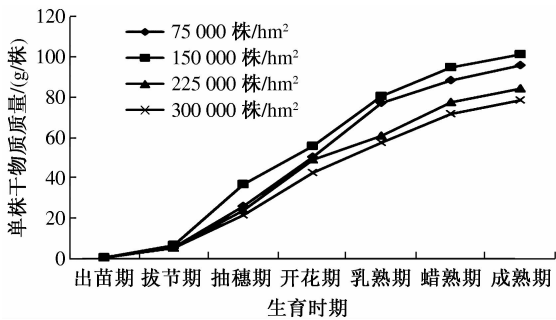


图 1 不同种植密度下张杂谷 5 号单株干物质积累动态

2.2 不同种植密度下张杂谷 5 号叶、茎、穗干物质积累量的变化

图 2、3、4、5 为不同密度下张杂谷 5 号叶、茎、穗干物质质量积累曲线。各密度下乳熟前茎叶所占比重较大,蜡熟期一成熟期,75 000 株/hm<sup>2</sup> (图 2) 密度下的穗部干物质质量增加至 72.96 g/株,150 000 株/hm<sup>2</sup> (图 3) 密度下的穗部干物质质量迅速上升,达到 79.94 g/株,225 000 株/hm<sup>2</sup> (图 4) 和 300 000 株/hm<sup>2</sup> (图 5) 密度下的穗部干物质质量也有所增加,但到成熟期时只分别为 48.8 g/株和 36.22 g/株,与 150 000 株/hm<sup>2</sup> 密度下的干物质质量差异明显,表明张杂谷 5 号在 150 000 株/hm<sup>2</sup> 密度下叶、茎、穗干物质积累最多。

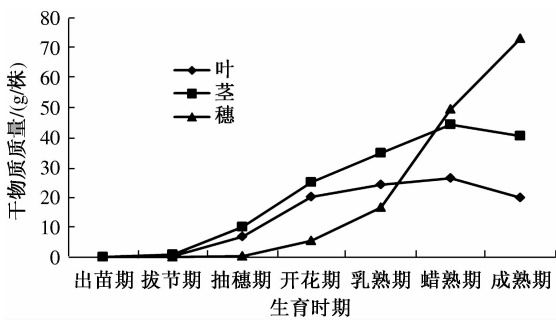


图 2 75 000 株/hm<sup>2</sup> 密度下张杂谷 5 号叶、茎、穗干物质积累动态

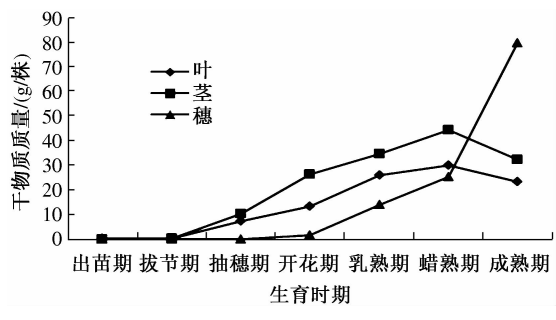


图 3 150 000 株/hm<sup>2</sup> 密度下张杂谷 5 号叶、茎、穗干物质积累动态

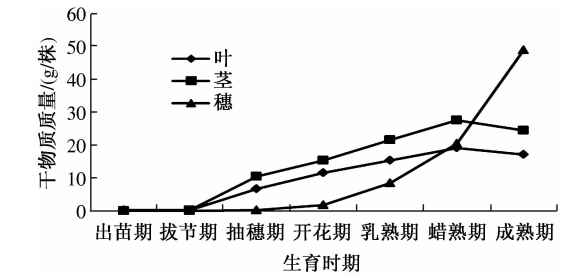


图 4 225 000 株/hm<sup>2</sup> 密度下张杂谷 5 号叶、茎、穗干物质积累动态

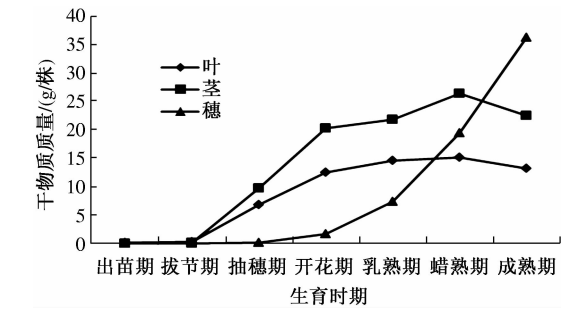


图 5 300 000 株/hm<sup>2</sup> 密度下张杂谷 5 号叶、茎、穗干物质积累动态

2.3 成熟期张杂谷 5 号叶、茎、穗中的干物质分配比例

图 6 表明不同密度下成熟期干物质质量在叶、茎、穗的分配比例各有不同,150 000 株/hm<sup>2</sup> 密度下穗部所占比例为 58.95%,而75 000 株/hm<sup>2</sup>密度下穗部所占比例为 54.69%,300 000 株/hm<sup>2</sup> 密度下穗部所占比例仅为 50.38%。

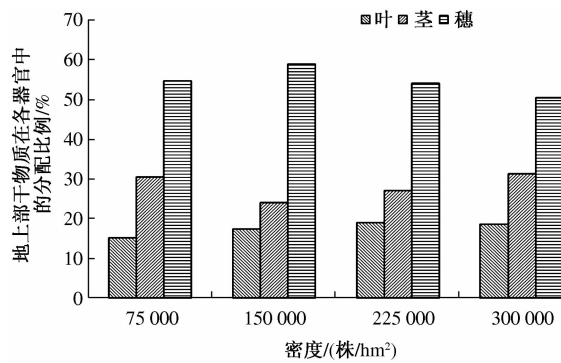


图 6 成熟期张杂谷 5 号叶、茎、穗中的干物质分配比例

2.4 不同种植密度对张杂谷 5 号地上部营养器官干物质运转率、籽粒贡献率的影响

由表 1 可以看出,不同密度下张杂谷 5 号叶和茎中的干物质运转率及对籽粒贡献率不同,150 000 株/hm<sup>2</sup>种植密度下的叶、茎运转率和对籽粒的贡献率比其他 3 个种植密度下高。

表 1 不同种植密度下张杂谷 5 号地上部营养器官的干物质运转率及对籽粒贡献率 %

密度/(株/hm <sup>2</sup> )	叶		茎	
	运转率	贡献率	运转率	贡献率
75 000	22.62	8.96	8.96	5.45
150 000	24.73	8.55	26.82	14.87
225 000	10.58	4.14	11.96	6.74
300 000	12.43	5.19	14.97	10.91

2.5 不同种植密度对张杂谷 5 号产量的影响

由表 2 可知,150 000 株/hm<sup>2</sup> 密度下产量最高,为 7 477.37 kg/hm<sup>2</sup>,且与其他 3 个密度差异显著。这与不同种植密度下干物质质量积累动态一致。张杂谷 5 号在 150 000 株/hm<sup>2</sup> 密度下,群体透光率、营养需求均能达到最优,随着种植密度的加大,植株间透光率降低,光合作用受到影响,所以 225 000 株/hm<sup>2</sup> 和 300 000 株/hm<sup>2</sup> 密度下干物质积累增长速率低于 150 000 株/hm<sup>2</sup> 密度。75 000 株/hm<sup>2</sup> 种植密度下虽然群体间光照充足,但由于单位面积株数减少,产量不高。

表 2 不同种植密度对张杂谷 5 号产量的影响

密度/(株/hm <sup>2</sup> )	产量/(kg/hm <sup>2</sup> )
75 000	5 895.80 ± 223.0d
150 000	7 477.37 ± 264.2a
225 000	6 981.38 ± 243.2b
300 000	6 359.05 ± 223.4c

注:数据后不同小写字母表示在 0.05 水平上差异显著。

3 结论与讨论

种植密度对谷子干物质积累的效应是由于种植密度的变化影响了谷子植株个体对营养、水分、光照的吸收与利用,使单株干物质积累速度下降,干物质积累量减少。

通过比较 4 种不同种植密度下张杂谷 5 号干物质质量积累动态,结果表明,在 150 000 株/hm<sup>2</sup> 种植密度下产量最高,为 7 477.37 kg/hm<sup>2</sup>。75 000 株/hm<sup>2</sup> 密度下,群体内通风透光条件好,个体间竞争较少,单株干物质积累量多,但是由于植株少,导致产量较低;300 000 株/hm<sup>2</sup> 的种植密度下植株多,群体内营养、水分、光照等的吸收与利用都降低,导致单株干物质积累量少,产量明显低于 150 000 株/hm<sup>2</sup> 的种植密度。150 000 株/hm<sup>2</sup> 的种植密度最有利于张杂谷 5 号营养、水分和光照的充分利用,可以获得较高的干物质积累量,产量最高。

但由于试验条件限制,本试验只设置了 4 种不同种植密度,且试验面积较小,要获得本地区张杂谷 5 号更精确的种植密度则需进一步进行多点大面积示范研究。

(下转第 35 页)

表 2 2014 年河南省谷子新品种生产试验结果

承试单位	产量/(kg/hm <sup>2</sup> )		比 CK ±/%	位次
	豫谷 22	豫谷 9 号(CK)		
汝州市陵头镇大庙村	5 676.0	5 341.5	6.26	1
林州市农科所试验地	5 412.0	4 884.0	10.81	1
伊川县吕店镇国营农场	5 271.0	5 037.0	4.65	1
平均	5 453.0	5 087.5	7.18	1

3 主要特征特性

3.1 植物学特征

该品种幼苗绿色,苗期健壮,叶片上冲。主茎高 101 cm,纺锤穗,松紧适中,穗长 18.0 cm,穗粗2.6 cm,单穗质量 20.6 g,单穗粒质量 17.4 g,出谷率84.4%,千粒质量 2.83 g,黄谷黄米。株型紧凑,成穗率高,穗层整齐,灌浆结实好,成熟时青枝绿叶。

3.2 生物学特性

豫谷 22 生育期 95 d 左右,经 2014 年河南省谷子新品种鉴定试验自然鉴定,抗倒性 1 级,对谷锈病、褐条病、谷瘟病抗性均为 1 级,对纹枯病抗性为 2 级。抗逆性强,后期不早衰,综合性状优良。

3.3 品质性状

该品种米色鲜亮、一致,完整精米率高,出米率 76.8%,具有良好的商品性;煮粥耗能低,米饭细黏软,适口性好。取 2014 年区试混合样品碾米,农业部农产品质量监督检验测试中心分析(郑州):含蛋白质 9.45%、粗脂肪 2.84%、粗纤维 0.10%、锌 28 mg/kg、铁 28.8 mg/kg、硒 0.033 0 mg/kg、维生素 B<sub>2</sub> 4.37 × 10<sup>-5</sup> mg/g。

(上接第 32 页)

参考文献:

[1] 古世禄.谷子产量形成的生理分析[M]//谷子研究新进展.北京:中国农业科技出版社,1996:89-99.

[2] 卢海博,龚学臣,乔永明,等.张杂谷干物质积累及光合特性的研究[J].作物杂志,2014(1):129-132.

[3] 赵治海,崔文生,杜贵.光敏核不育谷子光周期反应的初步研究[J].华北农学报,1994,9(增刊):29-32.

[4] 崔文生,孔玉珍,赵治海,等.谷子光敏型隐性核不育材料“292”选育初报[J].华北农学报,1991,6(S1):24-27.

[5] 赵治海,崔文生,杜贵.谷子光(温)敏不育系及其不育性与光温关系的研究[J].中国农业科学,1996,29

4 适宜种植区域

根据品种区域试验、生产试验结果,豫谷 22 适宜在河南省谷子种植区春、夏播种植。

5 栽培技术要点

(1)播期和播量:春播要晚,一般 5 月中下旬为宜;夏播要早,麦收后抢时播种。尽量做到足墒下种,以保全苗;墒情中等时播后一定要镇压。正常播量 11.25 kg/hm<sup>2</sup>,精量播种,用种量 6~9 kg/hm<sup>2</sup>。

(2)田间管理:①科学施肥:一般底肥用复合肥 600 kg/hm<sup>2</sup>,拔节孕穗期结合浇水或降雨施尿素 225 kg/hm<sup>2</sup>;②苗期管理:3~5 叶期间定苗,密度 67.5 万株/hm<sup>2</sup>,并及时中耕除草。

(3)病虫害防治:防治线虫病可用 50% 辛硫磷 1 mL 对水 25 mL 均匀拌种 500 g,闷 4 h,晾干后播种;苗期、拔节期注意防治蚜虫,兼治红叶病。

参考文献:

[1] 王素英,宋中强,刘金荣,等.优质高产谷子新品种豫谷 16 的选育[J].河南农业科学,2012,41(3):35-37.

[2] 田伯红.优质夏谷新品种沧谷 4 号的选育[J].河北农业科学,2010,14(1):68,83.

[3] 王素英,宋中强,刘金荣,等.优质高产谷子新品种豫谷 16 的选育[J].河南农业科学,2012,41(3):35-37.

[4] 田伯红.优质夏谷新品种沧谷 4 号的选育[J].河北农业科学,2010,14(1):68,83.

[5] 王素英,宋中强,刘金荣,等.优质高产谷子新品种豫谷 16 的选育[J].河南农业科学,2012,41(3):35-37.

[6] 王晓明,王峰.谷子光(温)敏两系杂交种“张杂谷”系列品种简介[J].河北农业科技,2007(4):20-21.

[7] 赵治海,许寅生,朱学海,等.谷子杂种优势利用的途径及前景[J].河北农业科技,2000(1):5-6.

[8] 王允青,郭熙盛,戴明伏,等.氮肥运筹方式对杂交水稻干物质积累和产量的影响[J].中国土壤与肥料,2008(2):31-34.

[9] 王伟,李佳,郭剑,等.冷凉区覆膜谷子不同杂交种产量构成及水分利用效率[J].山西农业科学,2012,36(6):117-119.

[10] 杨国虎,李建生,罗湘宁,等.干旱条件下玉米叶面积变化及地上干物质积累与分配的研究[J].西北农林科技大学学报:自然科学版,2005,33(5):27-32.