

# 谷子灌浆期叶片比叶重变化及产量关系研究

王凯玺<sup>1</sup>, 丁增伟<sup>2</sup>, 张海金<sup>1</sup>, 张文飞<sup>1</sup>, 陈国秋<sup>1\*</sup>

(1. 辽宁省水土保持研究所, 辽宁 朝阳 122000; 2. 珲春市农业技术推广总站, 吉林 珲春 133300)

**摘要:**研究了不同生育期的5个谷子品种在灌浆期顶三叶(旗叶、倒二叶、倒三叶)比叶重变化及比叶重与产量的关系。结果表明:在灌浆期谷子顶三叶比叶重变化呈现明显的下降趋势,生育期长的品种下降最慢,中间型次之,生育期短的品种下降最快。谷子灌浆期顶三叶比叶重与灌浆期顶三叶贡献籽粒产量呈正相关,相关性为显著或极显著。

**关键词:**谷子;灌浆期;比叶重;产量

中图分类号: S515

文献标识码: A

文章编号: 1003-8701(2016)01-0032-03

## Studies on Relationship between Specific Leaf Weight at the Kernel-Filling Stage and Grain Yield of Foxtail Millet

WANG Kaixi<sup>1</sup>, DING Zengwei<sup>2</sup>, ZHANG Haijin<sup>1</sup>, ZHANG Wenfei<sup>1</sup>, CHEN Guoqi<sup>1\*</sup>

(1. Institute of Soil and Water Conservation in Liaoning Province, Liaoning Chaoyang 122000; 2. Agricultural Technology Popularization Station of Hunchun City, Jilin Hunchun 133300, China)

**Abstract:** In this paper, we studied changes of specific leaf weight of top-three leaves, i.e., the flag leaf, second leaf, third leaf, and the relationship between the specific leaf weight at the kernel-filling stage and yield of five foxtail millet varieties with different growth period. The results showed that the specific leaf weight of top-three leaves decreased significantly during the kernel-filling stage, varieties with long growth period decreased the slowest, intermediate type the second, and varieties with shorter growth period decreased the fastest. Specific leaf weight and contribution yield during the kernel-filling stage were positively correlated in foxtail millet, the correlation were significant or extremely significant.

**Key words:** Foxtail millet; Kernel-filling stage; Specific leaf weight; Grain yield

谷子是世界上传统的粮、草兼用作物,在各地均有种植,但主要分布在亚、欧等地,而在我国谷子主要种植在北方地区,其种植面积、总产量均居世界首位<sup>[1]</sup>。由于谷子有耐旱、耐瘠薄、适应性强、籽粒耐储、小米营养价值高、口感好的特点,对调节合理的膳食营养结构起到积极促进作用,近年来使得谷子在生产、利用上呈现出良好的发展趋势<sup>[1-2]</sup>。与此同时,各国农业科学研究人员逐渐在谷子遗传、育种、传统栽培与耕作、品质等方面进行深入研究,但对于有关谷子栽培生理生化方面的研究还不深入,相关报道还很少。植

物叶片的比叶重(specific leaf weight, SLW)研究,就是其生理方面的一个重要指标,也是衡量其光合性能的一个重要参数<sup>[3]</sup>,因其测定方法简便、精确,农业上常被用作品种或品系间的比较测定<sup>[4]</sup>。因此,对于谷子叶片的比叶重研究是十分有意义的。本研究测定了不同生育时期的5个谷子品种灌浆期顶三叶的比叶重,并分析了比叶重的变化及比叶重与其贡献籽粒产量的关系,为改进谷子栽培技术、提高谷子产量、改善品质提供一定的理论参考依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 试验地基本情况

试验于2013~2014年进行;种植地点在辽宁省水土保持研究所试验基地。该基地位于北纬41°57',东经120°45',海拔高度170 m,属于北温带大陆季风性气候区,是半干旱半湿润易干旱地区。全年平均气温5.4~8.7℃,年均日照时数

收稿日期: 2015-09-17

基金项目: 现代农业产业技术体系专项资金(CARS-07-12.5-B11); 国家科技支撑项目子课题(2014BAD07B-01-03); 辽宁省农业创新团队项目(2014201008-2)

作者简介: 王凯玺(1983-),男,助理研究员,硕士,主要从事谷子栽培生理与育种技术研究。

通讯作者: 陈国秋,女,研究员, E-mail: chengq2003@sohu.com

2850 ~ 2950 h, 年降水量 450 ~ 580 mm, 无霜期 120 ~ 155 d。试验地为黄壤性土壤, 0 ~ 20 cm 土壤速效氮含量 36.52 mg/kg、速效磷含量 7.43 mg/kg、速效钾含量 147.56 mg/kg、有机质含量 13.48 g/kg、pH 为 7.48。

### 1.2 供试材料与试验设计

供试谷子品种为黑沙滩(生育期 115 d)、赤谷 8 号(生育期 111 d)、朝谷 16 号(生育期 111 d)、喀左早熟(生育期 106 d)、九谷 10 号(生育期 105 d)。试验采用随机区组设计, 5 m 行长, 4 行区, 3 次重复。留苗密度 45 万株/hm<sup>2</sup>。播种前施基肥磷酸二铵 230 kg/hm<sup>2</sup>, 拔节期追施尿素 150 kg/hm<sup>2</sup>。中耕除草 2 次, 正常田间管理。

### 1.3 农艺性状调查与比叶重测定方法

①谷子生育期间对农艺性状进行调查。②参照徐克章等<sup>[4]</sup>测量高粱叶片比叶重的方法, 在谷子生长至籽粒灌浆期开始, 取(旗叶、倒二叶、倒三叶)叶片进行比叶重的测定; 每隔 7 d 取 1 次样品, 取样 4 次至成熟期; 每次取不同品种生长基本一致的单株连续 10 株叶片, 每个品种重复测定 3 次均取平均值; 为防止比叶重日变化的影响, 取材时间在 9:00 ~ 10:00 之间进行, 用保温桶带回实验室内测定; 比叶重用直径 1 cm 的打孔器取叶圆片, 在叶片主脉两侧近同一部位打孔, 打 100 片, 于 105℃ 下快速杀青 3 次 15 min 后, 在 80℃ 下烘干至恒重, 用分析天平称重。比叶重=总叶干

重/总叶面积(mg/dm<sup>2</sup>)。③成熟后测定取叶单株籽粒产量及未取叶片的单株籽粒平均产量。灌浆期顶三叶贡献籽粒产量(g)=未取叶片单株籽粒平均产量-取叶片单株籽粒平均产量。

### 1.4 数据处理

采用 Microsoft Excel 2010 数据处理系统及 DPS v7.05 版数据处理软件进行数据分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 谷子生育期间农艺性状指标

不同年份气候环境种植谷子对其生物学性状有一定的影响, 因此通过 2 年的连续种植, 来减少环境对农艺性状的影响差异。表 1 是对 5 个谷子品种的农艺性状 2 年的平均值统计。从结果来看, 生育期最长的品种为黑沙滩 115 d, 生育期最短的品种为喀左早熟 106 d、九谷 10 号 105 d, 赤谷 8 号、朝谷 16 号生育期均为 111 d。在株高方面赤谷 8 号数值最大为 208 cm; 朝谷 16 号数值最小为 186 cm。在茎粗方面也是赤谷 8 号数值最大为 0.82 cm; 喀左早熟数值最小为 0.63 cm。在穗长方面黑沙滩数值最大为 30 cm; 赤谷 8 号数值最小为 24 cm。在穗粗方面赤谷 8 号数值最大为 2.6 cm; 朝谷 16 号、喀左早熟、九谷 10 号数值均为 2.3 cm。总之, 不同谷子品种其农艺性状表现并不相同, 从生育期来说, 黑沙滩最长, 赤谷 8 号、朝谷 16 号次之, 喀左早熟、九谷 10 号生育期最短。

表 1 5 个谷子品种在生育期间农艺性状差异

品种	出苗期	拔节期	抽穗期	开花期	灌浆期	成熟期	生育期 (d)	株高 (cm)	茎粗 (cm)	穗长 (cm)	穗粗 (cm)
	(月·日)										
黑沙滩	5·23	6·29	7·26	7·30	8·07	9·15	115	190	0.73	30	2.5
赤谷 8 号	5·23	6·25	7·23	7·27	8·04	9·11	111	208	0.82	24	2.6
朝谷 16 号	5·22	6·26	7·23	7·27	8·04	9·10	111	186	0.65	26	2.3
喀左早熟	5·23	6·23	7·21	7·24	7·30	9·06	106	189	0.63	25	2.3
九谷 10 号	5·23	6·22	7·20	7·24	7·30	9·05	105	195	0.69	27	2.3

### 2.2 谷子灌浆期顶三叶比叶重变化分析

通过对谷子灌浆期顶三叶的比叶重测定及下降速度的计算分析(图 1、表 2), 从结果可以看出, 谷子从灌浆期开始, 比叶重都开始呈现明显下降趋势, 下降速度在 2.60 ~ 3.81 mg/(dm<sup>2</sup>·d) 之间。不同生育期的 5 个谷子品种比叶重下降速度也不同, 生育期最长的黑沙滩品种下降速度最慢, 下降速度在 2.60 ~ 2.81 mg/(dm<sup>2</sup>·d) 之间; 生育期居中的赤谷 8 号、朝谷 16 号次之, 下降速度在 2.82 ~ 3.18 mg/(dm<sup>2</sup>·d) 之间; 生育期最短的喀左早熟、九

谷 10 号下降速度最快, 下降速度在 3.41 ~ 3.81 mg/(dm<sup>2</sup>·d) 之间。说明生育期长的谷子品种在灌浆期比叶重下降最慢, 中间型次之, 生育期短的品种下降速度最快。生育期不同对于谷子叶片比叶重变化影响程度不同。

对于同一谷子品种旗叶、倒二叶、倒三叶, 不同叶片的比叶重在灌浆期下降速度最大降速与最小降速差值在 0.11 ~ 0.36 mg/(dm<sup>2</sup>·d) 之间, 差异变化幅度不是很大, 说明顶三叶不同叶片比叶重总的下降趋势基本是一致的。

表2 谷子籽粒灌浆期顶三叶比叶重下降速度

	黑沙滩	赤谷8号	朝谷16号	喀左早熟	九谷10号
旗叶	2.60	2.82	2.77	3.41	3.68
倒二叶	2.73	3.18	3.00	3.51	3.81
倒三叶	2.81	2.94	2.96	3.40	3.68
最大降速-最小降速差值	0.21	0.36	0.23	0.11	0.13

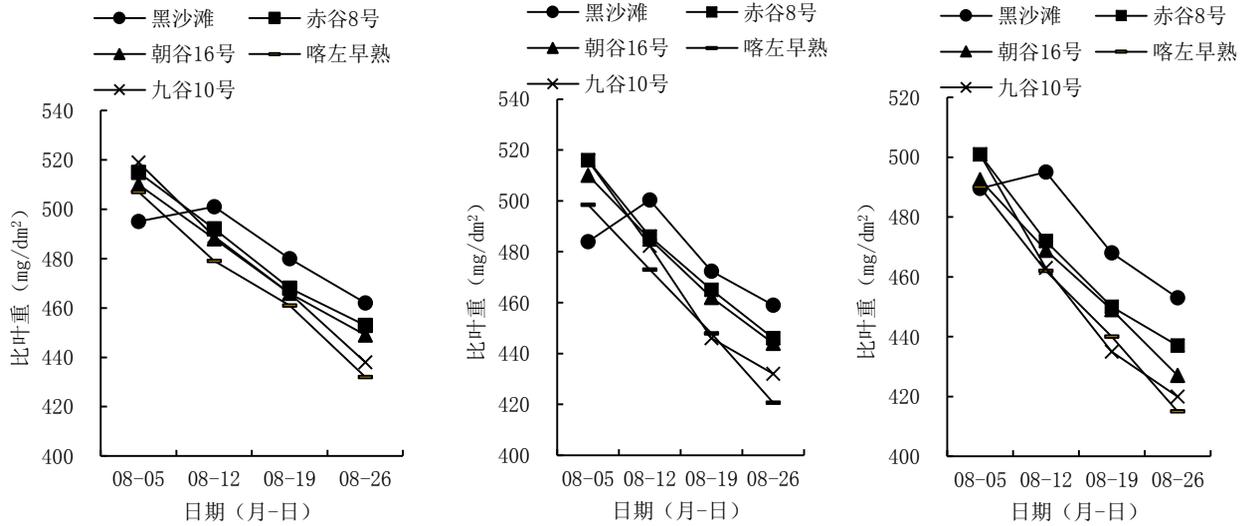


图1 谷子籽粒灌浆期旗叶(A)、倒二叶(B)、倒三叶(C)比叶重变化

2.3 谷子灌浆期顶三叶比叶重与灌浆期顶三叶贡献籽粒产量的关系

通过对5个谷子品种顶三叶比叶重与灌浆期

顶三叶贡献籽粒产量相关性分析(表3),结果表明谷子顶三叶比叶重与顶三叶贡献产量存在明显正相关性,且相关性为显著或极显著。

表3 谷子灌浆期顶三叶比叶重与单株产量的关系

	黑沙滩	赤谷8号	朝谷16号	喀左早熟	九谷10号
旗叶	0.98*	0.90*	0.97**	0.99**	0.96*
倒二叶	1.00**	0.89*	0.97**	0.98**	0.89*
倒三叶	0.99*	0.91*	0.95*	0.99**	0.89*

注:\*表示0.05水平显著,\*\*表示0.01水平极显著

3 讨论

比叶重作为作物光合作用的一个重要生理指标,其反映不同生育时期光合作用制造有机物质及分配趋势,同时也是衡量叶片素质的一个稳定指标<sup>[4-6]</sup>。作物光合作用既受光合面积的影响,同时也受主要器官叶片数量和叶片素质的影响<sup>[7-9]</sup>。进一步提高产量,主要是通过改善叶片的光合素质,提高叶片的光合作用能力,最终达到增产的目的<sup>[10-11]</sup>。徐克章等<sup>[4]</sup>研究表明,高粱在灌浆期比叶重变化呈现下降趋势,高产品种比叶重下降较慢、中产品种次之、低产品种下降最快。本试验结果表明,在谷子灌浆过程中,顶三叶比叶重也都呈现明显下降趋势。这与徐克章等研究

的结果基本一致。从品种生育期来说,生育期偏长的品种比叶重下降速度慢些、中间次之、生育期短的品种比叶重下降速度快些;从顶三叶不同叶片来说,旗叶、倒二叶、倒三叶的比叶重,在灌浆期都呈现下降趋势,但下降速度差异不是很大,下降的趋势基本是一致的。这些说明不同生育期的谷子品种,灌浆期的叶片比叶重变化存在较大的差异性,但是同一品种顶部三个叶片比叶重下降的速度差异较小。

通过对谷子灌浆期顶三叶比叶重与灌浆期顶三叶贡献籽粒产量做相关性分析,结果表现为正相关,且为显著或极显著。这说明可以用灌浆期谷子叶片的比叶重来作为其产量性状的一个重要指标。因此,在谷子生产中,通过(下转第63页)

- 土壤氮素矿化的影响[J]. 中国生态农业学报, 2012, 20(7): 861-866.
- [ 7 ] 王帘里, 孙 波. 温度和土壤类型对氮素矿化的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2011, 17(3): 583-591.
- [ 8 ] 余 砾, 高 明, 慈 恩, 等. 不同耕作方式下土壤氮素矿化和硝化特征研究[J]. 生态环境学报, 2010, 19(3): 733-738.
- [ 9 ] 王斯佳, 韩晓增, 侯雪莹. 长期施肥对黑土氮素矿化与硝化作用特征的影响[J]. 水土保持学报, 2008, 22(2): 170-173.
- [ 10 ] Kladivko E J, Keeney D R. Soil nitrogen mineralization as affected by water and temperature interactions[J]. *Biol Fertil Soils*, 1987(5): 248-252.
- [ 11 ] 张金波, 宋长春. 土壤氮素转化研究进展[J]. 吉林农业科学, 2004, 29(1): 38-43.
- [ 12 ] 章燕平. 环境因素对菜地土壤氮素转化及其生物学特性的影响[D]. 杭州: 浙江大学, 2010.
- [ 13 ] 周才平, 欧阳华. 长白山两种主要林型下土壤氮矿化速率与温度的关系[J]. 生态学报, 2001, 21(9): 1469-1473.
- [ 14 ] Watts D B, Torbert H A, Prior S A. Mineralization of nitrogen in soils amended with dairy manure as affected by wetting/drying cycles[J]. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 2007(38): 2103-2116.
- [ 15 ] 田茂洁. 土壤氮素矿化影响因子的研究进展[J]. 西华师范大学学报, 2004, 25(3): 298-303.

(责任编辑: 王 昱)

(上接第 34 页)采用一定的技术手段来增强灌浆期叶片的比叶重, 延缓谷子叶片生理功能, 推迟谷子叶片衰老进度, 从而促进谷子光合作用提高, 有助于增加谷子的籽粒产量。这对于谷子栽培生产实践及高产品种选育有一定的理论指导意义。

#### 参考文献:

- [ 1 ] 刘敬科, 刁现民. 我国谷子产业发展现状与加工发展方向[J]. 农业工程技术, 2013(3): 15-17.
- [ 2 ] 李顺国, 刘 斐, 刘 猛, 等. 我国谷子产业现状、发展趋势及对策建议[J]. 农业现代化研究, 2014, 35(5): 531-535.
- [ 3 ] 吕建林, 陈如凯, 张木清, 等. 甘蔗净光合速率、叶绿素和比叶重的季节变化[J]. 福建农业大学学报, 1998, 27(3): 285-290.
- [ 4 ] 徐克章, 张治安, 刘振库, 等. 高粱叶片比叶重变化与产量关系的研究[J]. 吉林农业大学学报, 1998, 20(2): 11-13.
- [ 5 ] 范 晶, 赵惠勋, 李 敏. 比叶重及其与光合能力的关系[J]. 东北林业大学学报, 2003, 31(5): 37-40.
- [ 6 ] 刘西军, 陈 静, 徐小牛. 桂花叶片 SPAD、叶绿素含量和比叶重特征[J]. 安徽农业大学学报, 2013, 40(1): 51-54.
- [ 7 ] 卫新菊, 贾志宽. 施肥对苜蓿现蕾期叶面积及比叶重的影响[J]. 中国农学通报, 2007, 23(5): 10-13.
- [ 8 ] Peng S B, Krieg D R, Girma F S. Leaf photosynthetic rate is correlated with biomass and grain production in grain sorghum lines[J]. *Photosynthesis Research*, 1991(32): 139-146.
- [ 9 ] 徐慧风, 刘兴土, 金研铭, 等. 向日葵叶片叶绿素和比叶重及产量研究[J]. 农业系统科学与综合研究, 2003, 19(2): 97-100.
- [ 10 ] 丁秀英. 高粱核质杂种与双亲某些叶形态生理形状与产量的比较的研究[D]. 长春: 吉林农业大学, 1998.
- [ 11 ] 陈温福. 水稻超高产育种生理基础[M]. 沈阳: 辽宁科技出版社, 1995: 17-21.

(责任编辑: 王 昱)