

不同氮肥组合和施肥方式对谷子生长和产量的影响

代小冬¹, 常世豪², 杨育峰¹, 陈煜¹, 王春义¹, 杨晓平¹, 杨国红¹, 李君霞^{1*}

(1. 河南省农业科学院 粮食作物研究所, 河南 郑州 450002; 2. 河南农业大学 农学院, 河南 郑州 450002)

摘要: 为了摸索谷子高产施肥中氮肥的最佳组合和施肥方式, 以谷子品种豫谷 17 号为研究对象, 研究不同氮肥组合和施肥方式对谷子生长和产量的影响。在施氮总量不变的前提下, 共设置 7 个处理: (1) 氮肥为尿素, 只作基肥; (2) 氮肥为尿素, 同时作基肥和追肥; (3) 氮肥为碳酸氢铵, 只作基肥; (4) 氮肥为缓释硫酸铵, 只作基肥; (5) 氮肥为缓释硫酸铵和尿素, 只作基肥; (6) 氮肥为碳酸氢铵和缓释硫酸铵, 只作基肥; (7) 氮肥为碳酸氢铵和尿素, 碳酸氢铵作基肥, 尿素作追肥。结果表明, 处理 6 谷子的叶面积、穗粗、单穗质量和产量最大, 其中叶面积比处理 1、2、3、4、5、7 分别增加 6.60%、1.77%、9.41%、1.07%、3.72%、3.41%, 穗粗分别增加 4.41%、2.23%、7.21%、2.33%、8.51%、0.65%, 单穗质量分别增加 6.99%、20.25%、26.36%、12.75%、20.31%、3.38%, 产量分别增加 9.58%、13.93%、21.57%、21.77%、23.08%、0.99%。

关键词: 谷子; 氮肥组合; 施肥方式; 产量

中图分类号: S515 文献标志码: A 文章编号: 1004-3268(2014)11-0013-04

Effects of Nitrogen Fertilizer Combination and Fertilization Mode on Growth and Yield of Foxtail Millet [*Setaria italica* (L.) Beauv.]

DAI Xiao-dong¹, CHANG Shi-hao², YANG Yu-feng¹, CHEN Yu¹, WANG Chun-yi¹,
YANG Xiao-ping¹, YANG Guo-hong¹, LI Jun-xia^{1*}

(1. Cereal Crops Institute, Henan Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou 450002, China;

2. Agronomy College, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China)

Abstract: In order to find out the optimum combination of different nitrogen fertilizers and fertilization mode in high-yield fertilization of foxtail millet, the foxtail millet variety Yugu 17 was used to study the effects of different combinations of nitrogen fertilizers and fertilization modes on the growth and yield of foxtail millet. On the premise of total N amount fixed, seven treatments were set: (1) urea was used as base fertilizer only; (2) urea was used as base fertilizer and topdressing fertilizer; (3) ammonium bicarbonate was used as base fertilizer only; (4) slow release ammonium sulfate was used as base fertilizer only; (5) slow release ammonium sulfate and urea were used as base fertilizer only; (6) slow release ammonium sulfate and ammonium bicarbonate were used as base fertilizer only; (7) ammonium bicarbonate was used as base fertilizer and urea as topdressing fertilizer. The results showed that treatment 6 had the highest leaf area, ear diameter, single panicle weight and yield of foxtail millet, for treatment 6 leaf area was 6.60%,

收稿日期: 2014-04-06

基金项目: 农业部/财政部“现代农业产业技术体系专项资金”项目(nycytx13)

作者简介: 代小冬(1981-), 男, 河南正阳人, 助理研究员, 博士, 主要从事谷子新品种选育及栽培研究。

E-mail: daixiaodong6666@163.com

* 通讯作者: 李君霞(1973-), 女, 河南禹州人, 副研究员, 硕士, 主要从事谷子新品种选育及栽培研究。

E-mail: lijunxia@126.com

1.77%, 9.41%, 1.07%, 3.72% and 3.41% higher, ear diameter was 4.41%, 2.23%, 7.21%, 2.33%, 8.51% and 0.65% higher, single panicle weight was 6.99%, 20.25%, 26.36%, 12.75%, 20.31% and 3.38% higher, and yield was 9.58%, 13.93%, 21.57%, 21.77%, 23.08% and 0.99% higher than that of treatment 1, 2, 3, 4, 5, 7, respectively.

Key words: foxtail millet; nitrogen fertilizer combination; fertilization mode; yield

谷子 [*Setaria italica* (L.) Beauv.] 起源于中国, 种植面积约占世界谷子种植面积的 80%, 产量占世界谷子总产量的 90%^[1]。谷子具有抗旱耐瘠、营养丰富、粮饲兼用等优点, 具有广阔的发展前景^[2]。长期以来, 为了提高农作物的产量, 各种肥料尤其是氮肥的大量使用, 不仅造成了肥料利用率下降、土壤养分平衡遭到破坏、增肥不增产、作物品质下降, 而且严重污染了生态环境, 给农业的持续稳定发展带来极大威胁^[3]。

为了解决因过度施肥带来的各种问题, 且对产量不会造成显著影响, 合理施肥、提高肥料利用率是一条有效途径。为此, 本研究在氮肥总量不变的基础上, 探究不同的氮肥组合和施肥方式对谷子生长和产量的影响, 以期找到能够提高氮肥利用效率和增加谷子产量的最佳氮肥组合和施肥方式。

1 材料和方法

1.1 试验材料

试验材料为河南省农业科学院粮食作物研究所培

育的谷子品种豫谷 17 号, 该品种于 2011 年 3 月通过河南省农作物新品种鉴定, 编号为省鉴谷 2011002。

1.2 试验设计

试验在河南省农业科学院现代农业科技试验示范基地(新乡市平原新区)进行。土壤类型为壤土, 0~20 cm 耕层土壤养分含量分别为: 有机质 8.4 g/kg、速效氮 88.3 mg/kg、速效磷 24.7 mg/kg、速效钾 73.4 mg/kg。

施氮总量不变, 试验设 7 个处理(表 1), 重复 3 次, 随机区组设计。试验小区长 5 m, 行距 0.4 m, 每个小区种植 8 行谷子。6 月 15 日播种, 播种前按照不同处理施肥, 3~4 叶期间苗, 5~6 叶期定苗。其他管理同常规。

1.3 测定项目

抽穗时测定顶三叶叶面积, 成熟时测定株高、穗长、穗粗、单穗质量等。产量按收获后小区实测。

1.4 数据统计分析

采用 Excel 2003 和 DPS 软件对数据进行整理和分析。

表 1 不同处理的氮肥组合和施肥方式

处理编号	基肥					kg/hm ²
	重过磷酸钙	硫酸钾	碳酸氢铵	缓释硫酸铵	尿素	追肥 尿素
1	244.5	100.5	0	0	291.0	0
2	244.5	100.5	0	0	175.5	115.5
3	244.5	100.5	795.0	0	0	0
4	244.5	100.5	0	660.0	0	0
5	244.5	100.5	0	264.0	175.5	0
6	244.5	100.5	477.0	264.0	0	0
7	244.5	100.5	477.0	0	0	115.5

2 结果与分析

2.1 不同氮肥组合和施肥方式对谷子叶面积的影响

从表 2 可以看出, 7 个处理谷子叶面积为 320.93~351.13 cm²。处理 3 与处理 4、6 之间的差异达到显著水平, 单施碳酸氢铵作为氮肥时(处理 3), 谷子的叶面积最小; 碳酸氢铵与缓释硫酸铵组合施用(处理 6), 谷子的叶面积最大, 分别比处理 1、2、3、4、5、7 增加 6.60%、1.77%、9.41%、1.07%、3.72%、

3.41%。

2.2 不同氮肥组合和施肥方式对谷子株高的影响

从表 2 可以看出, 7 个处理谷子株高为 119.0~128.0 cm。处理 7 与处理 1、4、5 的差异达到极显著水平; 处理 2 与处理 1、5 的差异达到极显著水平; 处理 6 与处理 1 的差异达到极显著水平。处理 2 与处理 4 的差异达到显著水平; 处理 6 与处理 5 的差异达到显著水平; 处理 3 与处理 1、5 的差异达到显著水平。

表 2 不同施肥处理对谷子农艺性状和产量的影响

处理编号	叶面积/cm ²	株高/cm	穗长/cm	穗粗/mm	单穗质量/g	产量/(kg/hm ²)
1	329.39abA	128.0aA	21.7abA	20.65abA	22.31abcABC	4 869.0abA
2	345.02abA	120.5cCD	21.0abA	21.09abA	19.85cdBC	4 683.0abA
3	320.93bA	122.7bcABCD	20.6bA	20.11bA	18.89dC	4 389.0bA
4	347.41aA	126.0abABC	21.0abA	21.07abA	21.17bcdABC	4 381.5bA
5	338.54abA	127.2aAB	22.0aA	19.87bA	19.84cdBC	4 335.0bA
6	351.13aA	122.0bcBCD	22.0aA	21.56aA	23.87aA	5 335.5aA
7	339.55abA	119.0cD	21.4abA	21.42aA	23.09abAB	5 283.0aA

注:不同大、小写字母分别表示处理间差异达到 0.01、0.05 水平。

以上结果表明,单施尿素做基肥时的株高最高;碳酸氢铵作为基肥,尿素作为追肥时株高最低;将尿素作为基肥和追肥组合施用,其株高低于单施尿素做基肥和单施缓释硫酸铵做基肥时的株高;施用缓释硫酸铵与尿素的组合的株高比施用碳酸氢铵与缓释硫酸铵的组合的高。

2.3 不同氮肥组合和施肥方式对谷子穗长的影响

从表 2 可以看出,7 个处理的谷子穗长为 20.6~22.0 cm,处理 5、6 的穗长最长,处理 3 的穗长最短。处理 3 与处理 5、6 之间的差异达到显著水平。

2.4 不同氮肥组合和施肥方式对谷子穗粗的影响

从表 2 可以看出,处理 3、5 的谷子穗粗分别与处理 6、7 差异显著。以处理 6 的穗粗最大,分别比处理 1、2、3、4、5、7 增加 4.41%、2.23%、7.21%、2.33%、8.51%、0.65%。对不同肥料及施用方式比较发现,施用碳酸氢铵与尿素(追肥)的组合(处理 7)和施用缓释硫酸铵与碳酸氢铵的组合(处理 6)都可以显著增加穗粗。

2.5 不同氮肥组合和施肥方式对谷子单穗质量的影响

从表 2 可以看出,不同处理之间谷子单穗质量为 18.89~23.87 g,其中处理 6 的单穗质量最大,达 23.87 g,比处理 1、2、3、4、5、7 分别增加 6.99%、20.25%、26.36%、12.75%、20.31%、3.38%。处理 3 的单穗质量最小,仅 18.89 g。处理 3 与处理 6、7 的差异达到极显著水平;处理 2、5 与处理 6 的差异分别达到极显著水平;处理 3 与处理 1 的差异达到显著水平;处理 2、5 与处理 7 的差异分别达到显著水平;处理 4 与处理 6 间的差异达到显著水平。

2.6 不同氮肥组合和施肥方式对谷子产量的影响

从表 2 可以看出,不同处理谷子产量为 4 335.0~5 335.5 kg/hm²。产量最高的是处理 6,即施用碳酸氢铵和缓释硫酸铵组合,比处理 1、2、3、4、5、7 分别增加 9.58%、13.93%、21.57%、21.77%、

23.08%、0.99%。产量最低的是处理 5,即施用尿素和缓释硫酸铵组合。

单施碳酸氢铵(处理 3)与单施缓释硫酸铵(处理 4)时的产量之间没有显著差异,但是它们都没有碳酸氢铵与缓释硫酸铵混合使用(处理 6)时的产量高,差异达到显著水平。尿素总量不变的情况下,尿素作为基肥使用(处理 1)与尿素分别作为基肥和追肥使用(处理 2)时的产量之间差异没有达到显著水平。

3 结论与讨论

在保证产量的基础上,合理施肥是解决过度施肥、提高肥料利用效率的根本途径。本试验结果表明,处理 6(氮肥为碳酸氢铵和缓释硫酸铵,只作基肥)谷子的叶面积、穗粗、单穗质量和产量最大,其中叶面积比处理 1(氮肥为尿素,只作基肥)、处理 2(氮肥为尿素,同时作基肥和追肥)、处理 3(氮肥为碳酸氢铵,只作基肥)、处理 4(氮肥为缓释硫酸铵,只作基肥)、处理 5(氮肥为缓释硫酸铵和尿素,只作基肥)、处理 7(氮肥为碳酸氢铵和尿素,碳酸氢铵作基肥,尿素作追肥)的叶面积分别增加 6.60%、1.77%、9.41%、1.07%、3.72%、3.41%;穗粗分别增加 4.41%、2.23%、7.21%、2.33%、7.84%、0.65%;单穗质量分别增加 6.99%、20.25%、26.36%、12.75%、20.31%、3.38%;产量分别增加 9.58%、13.93%、21.57%、21.77%、23.08%、0.99%。

顶三叶叶面积与单穗质量和单穗粒质量均呈正相关,增大谷子顶三叶叶面积,可显著提高谷子籽实产量^[4-5]。栾素荣等^[6]研究表明,穗粒质量、单穗质量、出谷率和穗粗对谷子产量影响较大,纹枯病、千粒重、穗长、株高和生育期对产量影响较小。郑向阳等^[7]研究分析了 15 个谷子主要性状间的相关性,认为谷子倒三叶叶面积、穗粗、倒二叶叶面积、营养生长期、生育期与穗质量呈显著正相关。袁峰等^[8]通

通过对谷子产量性状遗传关系的研究,认为株高、穗长、单穗质量、千粒重和产量变异系数较大,产量与出谷率、单穗质量和穗粒质量等呈正相关。本研究结果与前人的结果一致,碳酸氢铵与缓释硫酸铵组合通过增加谷子的叶面积、穗长、穗粗、单穗质量来提高谷子产量。

通过研究不同氮肥组合和施肥方式对谷子产量的影响,可以找到能够促进谷子生长和提高谷子产量的最佳氮肥组合和施肥方式,这一点在本研究中已经得到验证。由于土壤、试验品种以及生态条件等因素都会影响试验结果,因此要进行多年多点的试验,同时考虑土壤肥水条件、施肥时期、谷子品种需肥特性等因素对试验的影响。

参考文献:

- [1] 刁现民. 中国谷子生产与产业发展方向[C]// 柴岩, 万富世. 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.

- [2] 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.
- [3] 邹长明, 孙善军, 支婧婧, 等. 配方施肥和有机肥对玉米生长和产量的影响[J]. 安徽农学通报, 2008, 14(21): 108-109.
- [4] 李会霞, 王玉文, 田岗, 等. 谷子顶三叶形态研究[J]. 陕西农业科学, 2006(1): 9-11.
- [5] 袁立新. 谷子顶三叶生长形态对产量的影响[J]. 作物杂志, 1997(5): 34-35.
- [6] 栾素荣, 王占廷, 李青松. 谷子产量与主要农艺性状的灰色关联度分析[J]. 河北农业科学, 2010, 14(11): 115-116.
- [7] 郑向阳, 吴锦云. 谷子主要性状间相关关系分析[J]. 甘肃农业科技, 2005(2): 15-18.
- [8] 袁峰, 杨慧卿, 王军, 等. 谷子产量相关性状的成分分析[J]. 河北农业科学, 2010, 14(11): 112-114.

(上接第 5 页)

- [28] Tabashnik B E, Gould F, Carrière Y. Delaying evolution of insect resistance to transgenic crops by decreasing dominance and heritability[J]. Journal of Evolutionary Biology, 2004, 17(4): 904-912.
- [29] 茹李军, 赵建周, 芮昌辉. 华北地区棉铃虫对转 Bt 基因抗虫棉抗性适应性的模拟模型[J]. 昆虫学报, 2002, 45(2): 153-159.
- [30] Wu K M, Gao Y L, Lv N, et al. Resistance monitoring of *Helicoverpa armigera* to *Bacillus thuringiensis* insecticidal protein in China[J]. Journal of Economic Entomology, 2002, 95(4): 826-831.
- [31] Wu K M, Gao Y L, Head G. Resistance monitoring of *Helicoverpa armigera* to Bt insecticidal protein during 2001-2004 in China[J]. Journal of Economic Entomology, 2006, 99(3): 893-898.
- [32] Gao Y L, Wu K M, Gould F. Frequency of Bt resistance alleles in *Helicoverpa armigera* during 2006-2008 in northern China[J]. Environmental Entomology, 2009, 38(4): 1336-1342.
- [33] Tabashnik B E, Rensburg J V, Carrière Y. Field-evolved insect resistance to Bt crops: Definition, theo-

ry, and data[J]. Journal of Economic Entomology, 2009, 106: 2011-2025.

- [34] Jackson R E, Marcus M A, Gould F, et al. Cross-resistance responses of Cry1Ac-selected *Heliothis virescens* (Lepidoptera: Noctuidae) to the *Bacillus thuringiensis* protein Vip3A resistance evolution[J]. Nature Biotechnology, 2007, 21: 1493-1497.
- [35] Ibargutxi M A, Muñoz D, de Escudero I R, et al. Interactions between Cry1Ac, Cry2Ab, and Cry1Fa *Bacillus thuringiensis* toxins in the cotton pests *Helicoverpa armigera* (Hübner) and *Earias insulana* (Boisduval)[J]. Biological Control, 2008, 47: 89-96.
- [36] 梁革梅, 谭维嘉, 郭予元. 棉铃虫对 Bt 的抗性筛选及交互抗性研究[J]. 中国农业科学, 2000, 33(4): 46-53.
- [37] Akhurst R J, James W, Bird L J, et al. Resistance to the Cry1Ac δ -endotoxin of *Bacillus thuringiensis* in the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae)[J]. Journal of Economic Entomology, 2003, 96(4): 1290-1299.
- [38] 梁革梅, 谭维嘉, 郭予元. 棉铃虫对转 Bt 基因棉的抗性筛选及遗传方式的研究[J]. 昆虫学报, 2000, 43(S1): 57-62.