

黄腐酸钾定位施肥对棉花产量及品质性状的影响

王树林¹, 马立刚^{2*}, 王燕¹, 张谦¹, 冯国艺¹, 雷晓鹏¹, 路小芳³

(1. 河北省农林科学院棉花研究所, 农业部黄淮海半干旱区棉花生物学与遗传育种重点实验室, 河北石家庄 050051; 2. 河北省经济作物技术指导站, 河北石家庄 050011; 3. 邢台市农业科学研究院, 河北邢台 054000)

摘要 [目的]为提高棉花产量、品质, 研究黄腐酸钾的最佳用量。[方法]采用大田随机区组定位试验, 设置6个处理, CK: 不施肥, F: 单施化肥 750 kg/hm², F+H1: 化肥 750 kg/hm² 配施黄腐酸钾 75 kg/hm², F+H2: 化肥 750 kg/hm² 配施黄腐酸钾 150 kg/hm², F+H3: 化肥 750 kg/hm² 配施黄腐酸钾 300 kg/hm², F+H4: 化肥 750 kg/hm² 配施黄腐酸钾 450 kg/hm², 定位4年后测定棉花株高、果枝数、成铃数、单铃重、衣分、籽棉产量、纤维品质等指标。[结果]化肥与黄腐酸钾配施能促进棉花后期的营养生长与生殖生长, 随着黄腐酸钾用量增加秋桃数与秋桃比例呈增加趋势; 单铃铃数、籽棉产量、皮棉产量呈随黄腐酸钾用量增加而增加的趋势, 4个配施黄腐酸钾处理较单施化肥处理籽棉产量分别提高3.3%、5.4%、5.2%与9.0%; 配施黄腐酸钾提高了棉花纤维品质, 尤其是对纺纱均匀性指数有显著提升作用。[结论]化肥配合施用黄腐酸钾 450 kg/hm², 可有效提高棉花产量, 改善棉花纤维品质。

关键词 黄腐酸钾; 棉花; 产量; 品质

中图分类号 S562 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2017)26-0023-02

Effects of Located Applying Fulvic Acid Potassium on Cotton Yield and Fiber Quality Traits

WANG Shu-lin¹, MA Li-gang^{2*}, WANG Yan¹ et al (1. Cotton Research Institute, Hebei Academy of Agriculture and Forestry Science, Key Laboratory of Biology and Genetic Improvement of Cotton in Huanghuaihai Semiarid Area, Ministry of Agriculture, Shijiazhuang, Hebei 050051; 2. Guiding Station for Economic Crops of Hebei Province, Shijiazhuang, Hebei 050011)

Abstract [Objective] The research aimed to find optimum fulvic acid potassium (FAP) amount to improve cotton yield and fiber quality. [Method] Adopting randomized block design, 6 treatments were designed, CK: no fertilizer, F: chemical fertilizer 750 kg/hm², F+H1: chemical fertilizer 750 kg/hm² added FAP 75 kg/hm², F+H2: chemical fertilizer 750 kg/hm² added FAP 150 kg/hm², F+H3: chemical fertilizer 750 kg/hm² added FAP 300 kg/hm², F+H4: chemical fertilizer 750 kg/hm² added FAP 450 kg/hm². Plant height, fruit branches number, boll numbers, boll weight, lint percentage, cotton yield and fiber quality were investigated in a location test for 4 years. [Result] Chemical fertilizer added fulvic acid potassium prompted cotton vegetative growth and fruit growth in late growth stage. With the increase of FAP amount the autumn bolls and its proportion also increased, and the same for boll number per plant, cotton yield and lint yield. Compared with F treatment cotton yield of F+H1, F+H2, F+H3, F+H4 treatments was increased by 3.3%, 5.4%, 5.2% and 9.0% respectively. FAP improved cotton fiber quality, especially increased the spinning consistency index significantly. [Conclusion] Chemical fertilizer added FAP 450 kg/hm² could increase cotton yield effectively and improve cotton fiber quality.

Key words Fulvic acid potassium; Cotton; Yield; Fiber quality

近年来, 黄腐酸在国外农业研究中应用渐多, 且其功效被不断开发。黄腐酸是腐殖酸类物质碱溶-酸析后留在酸性溶液中的可溶性有机酸^[1], 对植物生长具有调节作用, 多项研究表明, 黄腐酸除了能影响植物内源激素外^[2-3], 还能直接作用于植物, 如促进植物细胞伸长、减小气孔开度、提高植物抗旱能力^[4-5]等。黄腐酸钾作为一种含黄腐酸的肥料, 它既能起到对植物生长的调节作用, 又能为植物生长提供钾元素^[6]。近年来, 黄腐酸钾作为一种提高植物抗逆性的生长调节剂, 在玉米^[7-8]、大豆^[9]、小麦^[10]、花生^[11]和番茄^[12]等作物的研究中已有报道, 但前人研究多集中在黄腐酸(钾)叶面喷施方面, 针对黄腐酸钾肥料与化肥配施的研究较少, 而在棉花上的定位施肥研究则鲜见报道, 因此该试验采用黄腐酸钾与化肥配合施用, 并进行了4年的定位试验, 以期探讨黄腐酸钾对棉花生长发育及产量品质的影响, 为黄腐酸钾的合理施用提供理论依据。

1 材料与与方法

1.1 试验地情况

基金项目 科技部支撑计划“渤海粮仓科技示范工程”(2013BAD05B00); 河北省农林科学院科技创新工程项目“黑龙港区农业节水关键技术与节水设备产业化研究”(494-0402-YSN-A7VD)。

作者简介 王树林(1978—), 男, 河北巨鹿人, 副研究员, 从事棉花栽培技术研究。*通讯作者, 高级农艺师, 从事农业技术推广工作。

收稿日期 2017-06-28

威县试验站(河北省邢台市威县枣元乡东张庄村), 前茬棉花, 土壤为砂壤土, 肥力中等, 有机质 9.2 g/kg, 全氮 0.713 g/kg, 速效磷 20.3 mg/kg, 速效钾 114.6 mg/kg。

1.2 试验材料 试验用黄腐酸钾为市场购买的产品, 含黄腐酸钾 $\geq 18\%$, 化肥采用贝尔德复合肥(N-P₂O₅-K₂O为15-13-17), 棉花品种采用冀棉958。

1.3 试验设计 试验设6个处理, 分别是CK: 不施肥, 处理F: 施贝尔德复合肥 750 kg/hm², 处理F+H1: 施贝尔德复合肥 750 kg/hm²、黄腐酸钾复合肥 75 kg/hm², 处理F+H2: 施贝尔德复合肥 750 kg/hm²、黄腐酸钾复合肥 150 kg/hm², 处理F+H3: 施贝尔德复合肥 750 kg/hm²、黄腐酸钾复合肥 300 kg/hm², 处理F+H4: 施贝尔德复合肥 750 kg/hm²、黄腐酸钾复合肥 450 kg/hm²。采用随机区组设计, 3次重复。

试验于2013年开始定位, 至2016年定位4年。小区宽6 m, 长9 m, 面积54 m², 试验田每年于4月中旬灌一次底墒水, 4月下旬旋耕, 旋耕前将所有肥料一次撒施于地表, 棉花4月下旬播种, 地膜覆盖, 采用大小行种植, 大行距1.1 m, 小行距0.45 m, 留苗密度6.0万株/hm², 其他管理措施同大田。

1.4 测定项目及方法 2016年每小区固定20株棉花, 于6月15日调查棉花株高、果枝数, 7月15日、8月15日调查棉花株高、果枝数、成铃数, 9月10日调查成铃数, 收获期各小

区单独收获计产,同时收获20株棉铃测定单铃重和衣分、纤维品质。

1.5 数据统计与分析 采用Microsoft Excel 2003软件进行数据处理,采用DPS 7.05软件进行方差分析。

2 结果与分析

2.1 不同处理株高与果枝数 由表1可知,连续4年不施肥(CK)棉花株高与果枝数在不同生育期内均显著低于各施肥处理;从6月15日株高来看,单施化肥与配施黄腐酸钾处理间差异不大,规律性不明显,7月15日与8月15日株高配施黄腐酸钾各处理略高于单施化肥处理,但差异不显著;果枝数配施黄腐酸钾各处理与单施化肥相比差异不大,规律性不明显。这一结果表明,黄腐酸钾对于棉花中后期的营养生长具有一定的促进作用。

表1 不同处理棉花株高与果枝数

Table 1 Plant height and fruit branches of cotton for different treatment

处理 Treatment	株高 Plant height//cm			果枝数 Fruit branches number		
	06-15	07-15	08-15	06-15	07-15	08-15
CK	29.4 b	83.2 b	85.3 b	2.7 b	11.8 b	12.8 b
F	31.8 a	87.1 a	93.1 a	3.5 a	12.5 a	13.7 a
F+H1	31.5 a	88.9 a	93.3 a	3.3 a	12.5 a	13.7 a
F+H2	31.0 a	88.6 a	93.7 a	3.3 a	12.5 a	13.5 a
F+H3	31.0 a	88.3 a	94.0 a	3.3 a	12.7 a	13.6 a
F+H4	31.9 a	89.0 a	94.5 a	3.2 a	12.5 a	13.8 a

注:同列不同的小写字母表示在0.05水平差异显著

Note:Different lowercase at the same column stand for significant differences at 0.05 level

2.2 不同处理棉花“三桃”比例 从表2可以看出,连续4年不施肥对照显著降低了棉花的伏前桃、伏桃与秋桃数;单施化肥与配施黄腐酸钾各处理对棉花伏前桃数影响不大,但增加了伏前桃与秋桃,尤其是对秋桃的数量与比例都有了显著的提高;这一结果表明黄腐酸钾对于棉花的后期生长有明显的促进作用,使棉花保持了较好的后发优势,为棉花增产奠定了基础。

表2 不同处理棉花“三桃”比例

Table 2 Pre-hot summer bolls, hot summer bolls and autumn bolls of cotton for different treatment

处理 Treatment	伏前桃 Pre-hot summer bolls		伏桃 Hot summer bolls		秋桃 Autumn bolls	
	个数 Number	比例 Proportion//%	个数 Number	比例 Proportion//%	个数 Number	比例 Proportion//%
	个	%	个	%	个	%
CK	3.1 b	36.0 a	5.4 c	62.9 a	0.1 c	1.2 c
F	3.7 a	35.3 a	6.6 b	62.2 a	0.3 b	2.5 b
F+H1	3.6 a	34.2 ab	6.6 b	62.6 a	0.3 b	3.2 b
F+H2	3.6 a	30.8 c	7.2 a	61.8 a	0.9 a	7.3 a
F+H3	3.6 a	30.7 c	7.3 a	62.7 a	0.8 a	6.5 a
F+H4	3.9 a	32.6 b	7.2 a	59.9 a	0.9 a	7.5 a

注:同列不同的小写字母表示在0.05水平差异显著

Note:Different lowercase at the same column stand for significant differences at 0.05 level

2.3 产量与产量构成 从表3可知,定位4年后,不施肥(CK)单株铃数、单铃重、籽棉产量与皮棉产量均显著低于各

施肥处理,但衣分却显著增高;从单株铃数来看,与单施化肥相比,配施黄腐酸钾增加了单株铃数,且随着施用量的增加,单株铃数呈增加的趋势,以配施450 kg/hm²黄腐酸钾处理单株铃数最高,但当黄腐酸钾用量超过150 kg/hm²后单株铃数差异不显著;单铃重则是配施黄腐酸钾处理较单施化肥高0.1 g,但不同处理间差异均不显著;配施黄腐酸钾降低了棉花的衣分,但与单施化肥相比差异不显著;籽棉产量配施75、150、300、450 kg/hm²黄腐酸钾较单施化肥处理分别提高3.3%、5.4%、5.2%与9.0%,其中配施450 kg/hm²黄腐酸钾处理籽棉产量显著高于其他处理。皮棉产量仅不施肥(CK)显著降低,其他处理间差异不显著。

表3 不同处理棉花产量与产量构成

Table 3 Yield and yield components of cotton for different treatment

处理 Treatment	铃数 Boll numbers 个	单铃重 Boll weight g	衣分 Lint percentage %	籽棉产量 Cotton yield kg/hm ²	皮棉产量 Lint yield kg/hm ²
CK	8.6 c	4.3 b	38.9 a	2 634 d	1 025 b
F	10.5 b	4.7 a	36.3 b	3 339 c	1 212 a
F+H1	10.6 b	4.8 a	35.8 b	3 449 b	1 235 a
F+H2	11.6 a	4.8 a	35.7 b	3 518 b	1 256 a
F+H3	11.6 a	4.8 a	35.2 b	3 512 b	1 236 a
F+H4	12.0 a	4.8 a	35.5 b	3 638 a	1291 a

注:同列不同的小写字母表示在0.05水平差异显著

Note:Different lowercase at the same column stand for significant differences at 0.05 level

2.4 纤维品质 由表4可知,连续4年不施肥(CK)对棉花纤维品质有显著影响,主要是降低了棉花纤维长度与纺纱均匀性指数,提高了马克隆值,且与配施黄腐酸钾处理差异均达显著水平。配施黄腐酸钾对纺纱均匀性指数提高作用最为明显,随施用量增加纺纱均匀性指数呈持续增加趋势,配施300、450 kg/hm²黄腐酸钾达到132、133,显著高于配施75、150 kg/hm²处理,不施肥(CK)与单施化肥2个处理纺纱均匀性指数最低;单施化肥与黄腐酸钾不同配施量间棉花纤维长度与马克隆值差异不大,而配施黄腐酸钾对断裂比强度与整齐度指数略有提高作用,但差异不显著。

表4 不同处理棉花纤维品质

Table 4 Cotton fiber quality of different treatment

处理 Treatment	上半部平均 长度 Average length of upper part mm	断裂比 强度 Specific Breaking Strength cN/tex	马克隆值 Mic value	整齐度指数 Uniformity index %	纺纱均匀 性指数 Spinning consistency index
CK	26.5 b	28.9 a	5.2 a	81.6 a	112 c
F	27.3 a	28.7 a	4.8 b	81.6 a	113 c
F+H1	27.5 a	29.0 a	4.8 b	81.5 a	121 b
F+H2	27.8 a	29.3 a	4.8 b	82.1 a	125 b
F+H3	27.8 a	29.7 a	4.7 b	82.2 a	132 a
F+H4	27.4 a	29.8 a	4.8 b	82.1 a	133 a

注:同列不同的小写字母表示在0.05水平差异显著

Note:Different lowercase at the same column stand for significant differences at 0.05 level

3 结论与讨论

连续定位施用黄腐酸钾有机肥对于棉花的生产发育及
(下转第70页)

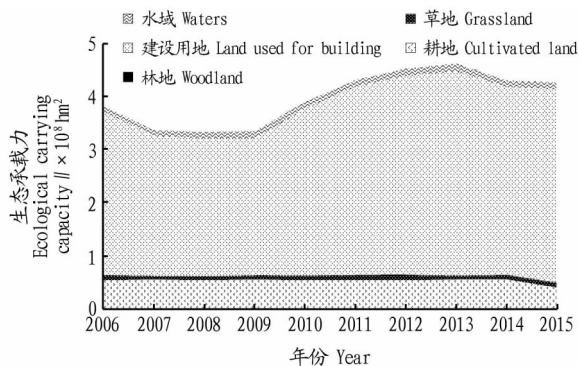


图5 2006—2015年江苏省生态承载力的分配

Fig. 5 Allocation of ecological carrying capacity of Jiangsu Province during 2006 - 2015

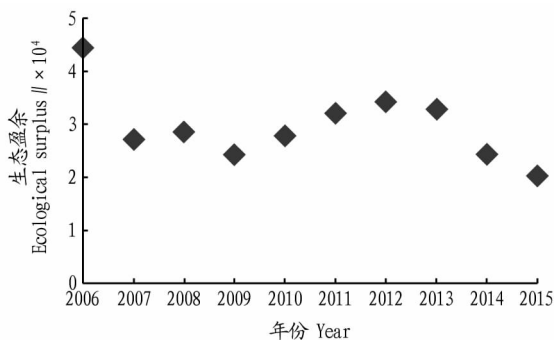


图6 2006—2015年江苏省生态盈余(赤字)

Fig. 6 Ecological surplus (deficit) of Jiangsu Province during 2006 - 2015

(上接第24页)

产量品质都有明显的正效应。从试验结果可以看出,配施黄腐酸钾对于棉花中后期株高有一定的促进作用,使棉花后期仍可保持较好的营养生长状况,从而进一步促进棉花后期的生殖生长,具体表现为棉花伏桃、秋桃数量的提高,尤其是秋桃数量与比例均显著高于单施化肥处理。从产量结果来看,配施黄腐酸钾提高了棉花单株铃数、单铃重、籽棉产量与皮棉产量,但降低了衣分,究其原因一方面是不施肥对照与单施化肥处理棉花后期营养生长偏弱,棉花早衰影响了棉籽发育,另一方面是田间郁蔽程度轻,下部烂铃少,因此出现衣分偏高的情况。从品质来看,配施黄腐酸钾对于棉纤维纺纱均匀性指数有显著的提高作用,对于纤维长度、断裂比强度也有一定的正效应,降低了马克隆值(马克隆值最佳范围为3.7~4.2,过高或过低均降低棉花品质),提升了纤维品质。棉花黄腐酸钾适宜用量以450 kg/hm²为宜。

参考文献

[1] 李仲谨,李铭杰,王海峰,等. 腐殖酸类物质应用研究进展[J]. 化学研

3 结论

该研究结果表明,2006—2015年江苏省人均生态足迹每年增长约0.428 9 hm²/a,2009年增速明显加快,2015年比2006年上涨了63.78%。6类土地类型的生态足迹不断上涨,从贡献率来看,建设用地最大,高达43.79%,其次为化石能源用地贡献率,为38.17%,接下来分别是耕地、林地、草地、水域。江苏省处于生态盈余状态,2012年以后生态盈余急剧下降,表明自2012年以来江苏省的生态负荷急速增加,江苏省总体处于可持续发展状态。

参考文献

- [1] 王治国,樊华,孙保平,等. 基于生态足迹理论的陕北生态环境可持续发展研究[M]. 北京:中国水利水电出版社,2011.
- [2] 余振文. 武夷山市区域可持续发展评价[D]. 福州:福建农林大学,2011.
- [3] 孙丹丹. 生态文明建设下的大学生环境道德教育研究[D]. 合肥:安徽大学,2013.
- [4] MOSTAFA M M. A bayesian approach to analyzing the ecological footprint of 140 nations[J]. *Ecological indicators*,2010,10(4):808-817.
- [5] 卢超. 生态移民迁入区区域可持续发展研究:以疏勒河流域瓜州县移民点为调研样本[D]. 兰州:兰州大学,2010.
- [6] 江苏省统计年鉴,国家统计局江苏调查总队. 江苏省统计年鉴[M]. 北京:中国统计出版社,2013.
- [7] WAEKEMAGEL M,MONFREDA C,DEUMLING D. Ecological footprint of Nations:November 2002 Update[M]. [s.l.]:[s.n.],2002.
- [8] HUNTER C,SHAW J. The ecological footprint as a key indicator of sustainable tourism[J]. *Tourism management*,2007,28(1):46-57.
- [9] 李娟. 河北省经济增长与工业污染的关系研究[D]. 石家庄:石家庄经济学院,2012.

究,2009,20(4):103-107.

- [2] 陈玉玲,曹敏,李云荫,等. 干旱条件下黄腐酸对冬小麦幼苗中内源ABA和IAA水平以及SOD和POD活性的影响(简报)[J]. *植物学通讯*,2000,36(4):311-314.
- [3] 陈玉玲,曹敏,周燮,等. 黄腐酸对冬小麦幼苗IAA、ABA水平的影响及作用机理的探讨[J]. *植物学通报*,1999,16(5):587-590.
- [4] 祝国强,刘合民,郭玉华. 发酵黄腐酸对小麦生长影响的研究[J]. *邯郸农业高等专科学校学报*,1998,15(1):14-15,4.
- [5] 周莉娜,孙丽蓉,毛晖,等. 黄腐酸抗旱营养剂对小麦和玉米生长的影响[J]. *干旱地区农业研究*,2012,30(1):154-158.
- [6] 赵永长,宋文静,邱春丽,等. 黄腐酸钾对渗透胁迫下烤烟幼苗生长和光合荧光特性的影响[J]. *中国烟草学报*,2016,22(4):98-106.
- [7] 王红,李放,宋东涛,等. 叶面喷施黄腐酸钾对夏玉米产量的影响[J]. *腐殖酸*,2015(4):37.
- [8] 沈滨凯,肖龙云,冯乃杰,等. 黄腐酸和AM真菌对玉米幼苗抗旱性的影响[J]. *江苏农业科学*,2013,41(5):64-66.
- [9] 栾白,高同国,姜峰,等. 微生物降解褐煤产生的黄腐酸对大豆种子萌发及主要抗氧化酶活性的影响[J]. *大豆科学*,2010,29(4):607-610.
- [10] 周毅,王传江,曹一平. 两种黄腐酸钾对增强冬小麦抗旱性状的效应与评价[J]. *腐殖酸*,2003(2):24-28.
- [11] 王文颖. 喷施黄腐酸对花生生长发育的影响[J]. *花生科技*,2000(1):25-27.
- [12] 姚东伟. 黄腐酸对番茄生长、产量及光合特性的影响[D]. 晋中:山西农业大学,2003