

安徽省沿江潮土区棉花养分限制因子及施肥效益研究

周可金¹ 章力干¹ 马成泽¹ 翁同相¹ 杨飞²

(1. 安徽农业大学农业学院, 合肥, 230036

2. 安徽省无为县农业委员会, 安徽无为, 238300)



摘要: 在安徽省沿江潮土区棉花生产上通过对 ASI 法系统推荐施肥和减素处理及不施肥处理进行比较, 研究了不同施肥对棉花经济性状、产量及效益的影响。结果表明, 氮素为当地棉花生产的主要限制因子, 其次的钾素, 磷素对棉花增产影响最小。施肥处理与对照 CK 相比, 除 OPT-N 处理外, 其他处理增产均达到显著水平; OPT-N 处理较 OPT 处理减产达极显著水平; OPT-P、OPT-K 以及 OPT-1/2K、OPT+1/2K 处理较 OPT 处理减产均没有达到显著水平。减素处理中 OPT-N 处理减产幅度最大, 减产率达 32.2%; 减钾处理减产幅度次之, 减产率为 4.0%; 减磷处理减产幅度最小, 减产率为 3.1%。各处理的纯收入由高到低顺序为: OPT-1/2K>OPT+1/2K>OPT>OPT-K>OPT-P>CK>OPT-N。OPT-1/2K 处理(即 N、P₂O₅、K₂O 分别为 15、10、7.5 公斤/亩)为棉花经济高效的推荐施肥处理。

关键词: 棉花, 沿江潮土, 养分限制因子, 产量, 经济效益

安徽省是全国主要产棉省份之一, 地跨长江流域和黄河流域两大棉花优势区域, 常年播种面积近 600 万亩, 面积与总产量均位于全国第 6 位。包括淮北棉区、沿江棉区和江淮丘陵三大棉区。沿江棉区是安徽省棉花生产的优势产区, 其面积占全省棉花总面积的 46%。其土壤多为河流冲积物发育的石灰性砂泥田或灰泥土, 缺氮少钾, 一般速效钾含量 50-100 毫克/公斤。棉花属于喜钾作物, 适宜的钾营养是其高产、优质的保证。生产上因缺钾而导致的早衰已成为影响沿江地区棉花高产的主要因素之一。大量研究证明, 棉花在进入大量结铃期后, 如果土壤速效钾供应不足或根系的吸收功能急剧衰退, 均会导致产量和纤维品质的下降^[1-2], 敏感型品种的减产幅度达 29-35%, 主要由成铃率降低所致^[3]。增施钾肥可以显著提高棉花产量、改善纤维品质, 但关于

钾肥对品质影响的报道也不一致^[1,3-5]。尽管目前沿江棉区棉花的产量水平较高, 但在施肥上仍然存在不合理、不安全等问题, 导致棉花品质差已成为安徽省棉花生产的主要制约因素。因此, 开展沿江棉区棉花养分限制因子及其科学施肥技术的研究意义重大, 生产迫切需要。本试验旨在通过对 ASI 法推荐施肥处理与减素处理及对照处理的比较, 研究当地土壤条件下养分限制因子、施肥对棉花产量、品质以及经济效益的影响, 为棉花科学施肥提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验于 2011 年 3 月至 11 月在安徽省无为县福渡镇公路村进行。试验地位于 N 31°22'22.5", E118°10'31.6", 属亚热带季风

气候区，年降水量1170.5毫米，年均气温15.8℃，雨热同季，光照充足，无霜期长，有利于棉花生长发育。

供试土壤为潮土。试验前采取耕层土壤样品(0-20厘米)，土壤混匀送至中国农科院中加实验室采用ASI法分析，其结果见表1。供试棉花品种为鄂杂棉9号。氮肥用尿素，磷肥用过磷酸钙，钾肥用加拿大产氯化钾。

采用营养钵育苗移栽，前茬为油菜。肥料施用方法按照氮肥45%作基肥(移栽前施用)，10%作提苗肥(5月30日施)，45%作花铃肥(7月24日施)。钾肥60%作基肥，40%作花铃肥。磷肥和铁、锰、锌肥均作基肥一次性施用。种植密度为1200株/亩。分两次化控，其它农艺措施同一般大田。4月20日播种育苗，5月15日移栽。

表1 供试土壤理化性状

有机质 (%)	pH	速效养分 (毫克/升)												
		NH ₄ ⁺ -N	NO ₃ ⁻ -N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Cu	Mn	Zn	B	
0.8	7.6	2.7	158.8	33.2	113.4	2653	377	38.6	24.3	3.8	10.8	1.1	3.0	

1.2 试验方法

试验采用随机区组设计，三次重复，小区面积20平方米。设7个处理，分别为：最佳施肥处理(OPT)、减氮处理(OPT-N)、减磷处理(OPT-P)、减钾处理(OPT-K)、最佳推荐施钾量50%的减钾处理(OPT-1/2K)、最佳推荐施钾量150%的加钾处理(OPT+1/2K)、不施肥对照处理(CK)。各处理的施肥量情况见表2。

按照常规方法测定株高、结铃数、霜前花产量、籽棉总产量、单铃重、单株铃重、衣分等指标。籽棉产量为实收产量，是从吐絮期开始分小区、分批单收、单称重。

2 结果与分析

2.1 不同施肥处理对棉花主要经济性状的影响

表2 试验各处理的肥料用量 (公斤/亩)

处理	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	FeCl ₂	MnSO ₄	ZnSO ₄
OPT	15	10	15	1.5	0.5	0.5
OPT-N	0	10	15	1.5	0.5	0.5
OPT-P	15	0	15	1.5	0.5	0.5
OPT-1/2K	15	10	7.5	1.5	0.5	0.5
OPT-K	15	10	0.0	1.5	0.5	0.5
OPT+1/2K	15	10	22.5	1.5	0.5	0.5
CK	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0

从表3可以看出,除OPT-N处理外其它处理的经济性状均明显好于对照。OPT-N处理的株高、果枝数、单株结铃数、单铃重和衣分比OPT处理均有不同程度的降低,其中对产量有重要影响的单株结铃数降低42.2%,株高降低17.8%,果枝数减少16.7%,单铃重下降10.6%;其次为OPT-K处理,单株结铃数较OPT处理减少25.3%,株高降低6.4%,果枝数

差异不显著;OPT-K处理产量较OPT处理变化不大,减少率为4.0%,差异不显著,可能与该地区土壤K含量较高(113.4毫克/升)有关。由此表明,氮素是本地区棉花生产的主要限制因子,其次是钾素,最后是磷素。

从表4还可以看出,除不施肥对照处理外,不同钾肥用量处理产量差异不大。但随着钾肥用量的增加,产量有上升趋势,施K量为22.5

表3 不同施肥处理的棉花主要经济性状

处理	株高 (厘米)	果枝数	单株铃数	单铃重 (克)	单株铃重 (克)	衣分 (%)
OPT	103.5a	18a	83a	6.62a	549.46a	45.2a
OPT-N	85.04b	15b	48c	5.92a	284.16c	44.1a
OPT-P	106.6a	18a	74a	6.91a	511.34a	44.5a
OPT-K	96.9a	16b	62b	6.89a	427.18b	43.9a
OPT-1/2K	109.3a	18a	79a	6.51a	514.29a	43.9a
OPT+1/2K	102.3a	17a	82a	6.72a	551.04a	46.2a
CK	87.1b	15b	53c	6.41a	339.73c	43.7a

减少11.1%;OPT-P处理的株高、果枝数、单株结铃数、单铃重和衣分等性状与OPT处理相差不大。随着钾肥用量的增加,果枝数先增加后降低,单株铃数和单铃重有增加趋势,单株铃重增加明显,衣分随施钾量增加有增加趋势(表3)。

2.2 不同施肥处理的棉花产量及早熟性差异分析

从不同施肥处理棉花产量结果(表4)可知,OPT+1/2K处理产量最高,减素处理均有不同程度的减产。不施肥对照处理产量最低,OPT-N处理次之,分别较OPT处理产量减少率达到34.4%、32.2%,差异极显著;OPT-P处理产量较OPT处理变化不大,减少率为3.1%,

公斤/亩(即OPT+1/2K处理)产量最高。OPT-N、OPT-P、OPT-1/2K和OPT-K处理的霜前花比例较OPT都有不同程度的增大,其中缺钾导致霜前花比例增加,OPT-1/2K处理的霜前花比例达到91%,比OPT处理增加7.2%。除缺N和不施肥对照处理的霜前花产量显著低于其它处理外,其余处理间霜前花产量差异不显著。

2.3 不同施肥处理的经济效益分析

从表5可以看出,产值最高的处理为OPT+1/2K,其次是OPT-1/2K和OPT处理,产值相近,CK处理产值最低。OPT-1/2K处理纯收入最高,产投比较大,肥料投资回报率

表4 不同施肥处理棉花小区产量及霜前花产量(籽棉)

处理	小区产量(公斤)				单产 (公斤/亩)	减产率 (%)	霜前花产量 (公斤)	霜前花比例 (%)
	I	II	III	平均值				
OPT	8.27	8.05	8.13	8.15	271.7a	0.0	6.92a	84.9a
OPT-N	5.97	5.07	5.56	5.53	184.3b	-32.2	4.52b	87.4a
OPT-P	7.99	7.94	7.78	7.90	263.3a	-3.1	6.80a	86.1a
OPT-K	7.44	8.11	7.93	7.80	2260.7a	-4.0	6.94a	88.7a
OPT-1/2K	8.08	8.41	7.88	8.12	270.7a	-0.4	7.42a	91.4a
OPT+1/2K	8.57	8.38	8.22	8.39	279.7a	2.9	7.19a	85.6a
CK	5.52	4.94	5.58	5.35	178.3b	-34.4	4.51b	84.3a

表5 各施肥处理的经济效益分析表

处理	产值 (元/亩)	肥料投入 (元/亩)	纯收入 (元/亩)	肥料投资 回报率	产投比
OPT	2390.7	196.9	1413.8	12.1	3.17
OPT-N	1622.1	131.7	710.5	12.3	0.59
OPT-P	2317.3	155.2	1382.1	14.9	3.82
OPT-1/2K	2381.9	154.4	1447.5	15.4	4.26
OPT-K	2293.9	111.9	1402.0	20.5	5.47
OPT+1/2K	2461.1	239.4	1441.7	10.3	2.73
CK	1569.3	0.0	789.3	--	--

注：肥料价格：N=4.3元/公斤，P₂O₅=4.4元/公斤，K₂O=5.6元/公斤，籽棉价格=8.8元/公斤，人工成本为647元/亩，种子和农药费用93元/亩，机械作业40元/亩，肥料投资回报率=产值/肥料投入^[6]。

也较高；OPT+1/2K处理由于肥料投入成本较高，肥料投资回报率较低，其纯收入与OPT-1/2K处理相近；OPT处理再次之；OPT-N处理纯收入最低；OPT-K处理的肥料投资回报率和产投比均最高，但由于其产值较低，并不为种植户欢迎。各处理产值由高到低的顺序为：OPT+1/2K>OPT>OPT-1/2K>OPT-P>OPT-K>OPT-N>CK。纯收入为710.5-

1447.5元/亩，由高到低的顺序为：OPT-1/2K>OPT+1/2K>OPT>OPT-K>OPT-P>CK>OPT-N。

3 小结与讨论

本试验结果表明，在沿江潮土区棉花生产上，氮素是土壤养分的最主要限制因子，缺氮减产最为严重，其次是缺钾，施钾肥仍有一定的增

产效果。宋美珍等^[7]认为钾肥施用效应与土壤速效钾含量呈负相关,土壤速效钾含量在100–120毫克/公斤的棉田,施K₂O不宜超过12公斤/亩;当土壤速效钾含量>150毫克/公斤的棉田,施K₂O不宜超过10公斤/亩。范希峰等^[8]认为当土壤速效钾含量为100–130毫克/公斤时,施用10公斤/亩氯化钾(做底肥)就可以达到理想的增产效果。这些前人研究结果与本试

验基本上是一致的。从上世纪80年代以来,磷的投入一直大于支出,磷肥的当季利用率在15–25%,土壤中磷素积累明显^[9–11]。本试验中磷肥施用效果不明显,与该地区土壤中的磷素比较充裕有关。王允青^[12]报道在沿江棉区的灰潮土中,氮、钾、硫、锌和硼是棉花产量的主要限制因子,与本试验结果也是一致的。

参考文献

- [1] Pettigrew W T, Heitholt J J, Meredith W R. Genotypic interactions with potassium and nitrogen in cotton of varied maturity [J]. *Agronomy Journal*, 1996, 88: 89–93
- [2] Pettigrew W T. Relationships between insufficient potassium and crop maturity in cotton [J]. *Agronomy Journal*, 2003, 95: 1323–1329
- [3] Cassman K G, Kerbu T A, Roberts B A, et al. Differential response to two cotton cultivars to fertilizer and soil potassium[J]. *Agronomy Journal*, 1989,81: 870–876
- [4] Mullins G L, Burmester C H, Reeves D W. Cotton response to in-row subsoiling and potassium fertilizer placement in Alabama [J]. *Soil & Tillage Reserch*, 1997, 40: 145–154
- [5] Cassman K G, Kerbu T A, Roberts B A, et al. Potassium nutrition effects on lint yield and fiber quality of Acala cotton[J]. *Crop Science*, 1990, 30:672–677
- [6] 李伟,文玲,王帅,等.平衡施肥对鲜食糯玉米产量、品质和效益的影响[J].*高效施肥*,2011(2):10–15
- [7] 宋美珍,杨惠元,蒋国柱.黄淮海棉区钾肥效应研究[J].*棉花学报*,2003,15(1):73–78
- [8] 范希峰,王汉霞,田晓莉,等.钾肥对棉花产量的影响及最佳施用量研究[J].*棉花学报*,2006,18(3):175–179
- [9] 陈伦寿.应正确看待化肥利用率[J].*磷肥与复肥*,1996(4):4–7
- [10] 朱兆良.肥料与农业和环境[J].*大自然探索*,1998,17(4):25–28
- [11] 黄绍敏,宝德俊,皇甫湘荣,等.长期施肥对潮土土壤磷素利用与积累的影响[J].*中国农业科学*,2006,39(1):102–108
- [12] 王允青,黄晓澜,潘耀晃,等.沿江棉区夏播棉全素平衡施肥研究[J].*安徽农业科学*,1996(S2):25–28

