

酸性水溶肥在南疆无膜棉上的应用效果

刘 强¹ 李慧琴² 王冀川^{1*} 石元强¹ 陈雪梅¹ 万亚楠¹ 王潭刚²

(¹塔里木大学植物科学学院,新疆阿拉尔 843300;

²新疆生产建设兵团第三师农业科学研究所,新疆图木舒克 843901)

摘要 通过田间小区试验,研究2种酸性滴灌配肥对无膜棉生长、生理功能及产量的影响。结果表明:施用酸性水溶肥料可改善土壤环境、提升供肥性能,其中,“绿多利”牌酸性配肥可提高叶片 SPAD 值,具有一定的增产增效作用,较“肥帝溉”牌酸性配肥平均增产 9.52%,平均增效 3 250.41 元/hm²,值得南疆无膜棉区推广使用。

关键词 无膜棉;酸性水溶肥;产量;南疆

中图分类号 S562;S147.5 文献标识码 A

文章编号 1007-5739(2022)10-0004-04

DOI:10.3969/j.issn.1007-5739.2022.10.002

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Effects of Acid Water-soluble Fertilizer on Film-free Cotton in Southern Xinjiang

LIU Qiang¹ LI Huiqin² WANG Jichuan^{1*} SHI Yuanqiang¹ CHEN Xuemei¹ WAN Yanan¹ WANG Tangang²

(¹ College of Plant Science, Tarim University, Alar Xinjiang 843300;

² Institute of Agricultural Science and Technology of Third Division, Xinjiang Production and Construction Corps, Tumushuk Xinjiang 843901)

Abstract The effects of two kinds of drip irrigation with acid water-soluble fertilizer on the growth, physiological function and yield of film-free cotton were studied through field plot experiment. The results showed that the application of acid water-soluble fertilizer could improve the soil environment and the fertilizer supply performance. The "Lyuduoli" brand acid fertilizer could improve the SPAD value of leaves, which had a certain effect of increasing production and efficiency. Compared with the "Feidigai" brand acid fertilizer, the average yield of "Lyuduoli" brand acid fertilizer increased by 9.52% and the average benefit increased by 3 250.41 yuan/hm², which was worthy for popularization and application in the film-free cotton area of southern Xinjiang.

Keywords film-free cotton; acid water-soluble fertilizer; yield; southern Xinjiang

棉花产业是新疆农业的主导产业,在区域经济发展中具有重要的推动作用。近些年来,由于长期大量施用常规化肥,造成土壤板结、次生盐渍化等现象逐渐加重^[1]。同时,随着地膜污染的不断加剧,开展无膜栽培是今后棉花生态、安全种植的一个方向^[2-3],但无膜覆盖造成棉田蒸发加快、返盐加重,严重影响了

棉花的生长^[4]。因此,选择合适的酸性肥料以及合理的施用方案对新疆棉花的可持续发展有着重要的意义^[5]。

为了改善土壤环境,提升其供肥性能,促进作物根系生长及养分吸收功能的发挥,科研单位陆续研发出一些适于新疆土质的酸性水溶滴灌肥,对改良土壤、提高作物养分利用效率起到了一定效果^[6]。但是,目前商品酸性滴灌肥品质及肥效优劣不一,针对目前新疆棉花产业由产量型向优质高效型的转变需求,如何选择环保、高效的酸性化肥是棉农亟待解决的问题^[7]。本研究选用市面上广泛推广的2种酸性滴

基金项目 南京农业大学-塔里木大学联合基金项目(KYLH201901);第三师图木舒克市科技计划项目(YJ2019CX05);兵团科技创新人才计划项目(2021CB054)。

* 通信作者

收稿日期 2021-09-15

灌配肥开展肥效小区试验,研究肥料组合对无膜覆盖条件下棉花生长、生理功能及产量等方面的影响,为生产上施用酸性水溶肥提供参考依据。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

1.1.1 供试作物。新疆生产建设兵团第三师农业科学研究所提供的棉花品种新陆中 37、新陆中 42、新陆中 78、中 619 和新陆早 46。

1.1.2 供试肥料。“肥帝溉”牌酸性水溶肥(10-38-10),由新疆博硕思化肥有限公司生产;“绿多利”牌酸性水溶肥[包括高磷肥(16-35-8+TE)、高钾肥(8-20-25+TE)],由新疆惠尔磷盐化工科技有限公司生产。上述酸性肥是以磷酸脲(水溶液 pH 值为 1.0~1.8)为基础,通过热法磷酸合成等方法生产的酸性系列滴灌肥,其 200 倍水溶液 pH 值为 2.0~2.8,具有酸性强、可溶性好、养分含量高等特点。其他肥料:尿素(含纯 N 46%)、硫酸钾(含 K_2O 52%)。

1.2 试验设计

2020 年在塔里木大学农学试验站开展不同酸

性配肥试验,采用品种和施肥双因素裂区试验。肥料为主区,设 2 种配肥处理: F_1 为惠尔公司提供的肥料组合,生育期滴施尿素 690 kg/hm^2 、高磷肥 510 kg/hm^2 、高钾肥 225 kg/hm^2 ; F_2 为博硕思公司提供的肥料组合,生育期追施尿素 727.5 kg/hm^2 、肥帝溉 382.5 kg/hm^2 、农用硫酸钾 240 kg/hm^2 。6 个品种为副区,共 12 个处理。3 次重复,共计 36 个小区,随机区组排列,小区面积 70 m^2 。试验地播前统一基施三料磷肥(0-48-0) 225 kg/hm^2 ,4 月 19 日播种,采用(10+66+10+66)cm 的“一膜两管四行”的种植模式,其中株距为 11 cm,理论株数 23.92 万株/hm^2 。试验地翻地前统一撒施重过磷酸钙 375 kg/hm^2 、尿素 150 kg/hm^2 和硫酸钾 120 kg/hm^2 作基肥。试验期间采用滴灌方式灌水 $5\,025\text{ m}^3/\text{hm}^2$,具体水肥分配如表 1 所示,其他管理同大田。

1.3 测定项目及方法

出苗后调查田间出苗率,并记载生育物候期,在关键生育时期定点测定连续 10 株棉花最大叶片的叶绿素含量(SPAD 值),取其平均值作为该叶片的

表 1 各处理肥水分配

日期	灌水次数	灌水量/ ($\text{m}^3\cdot\text{hm}^{-2}$)	处理 F_1			处理 F_2		
			尿素/ ($\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$)	高磷肥/ ($\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$)	高钾肥/ ($\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$)	尿素/ ($\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$)	肥帝溉/ ($\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$)	硫酸钾/ ($\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$)
2020-05-25	第 1 水	375	45	45	0	75.0	45.0	0
2020-06-18	第 2 水	450	45	45	0	75.0	45.0	0
2020-06-26	第 3 水	600	60	60	0	82.5	52.5	0
2020-07-04	第 4 水	600	60	60	37.5	82.5	45.0	30
2020-07-12	第 5 水	600	60	60	37.5	82.5	45.0	30
2020-07-19	第 6 水	600	120	60	37.5	90.0	37.5	45
2020-07-26	第 7 水	525	120	60	37.5	90.0	37.5	45
2020-08-03	第 8 水	450	120	60	37.5	90.0	37.5	45
2020-08-10	第 9 水	450	60	60	37.5	60.0	37.5	45
2020-08-20	第 10 水	375	0	0	0	0	0	0
合计	10 水	5 025	690	510	225.0	727.5	382.5	240

SPAD 值。吐絮后,每小区选择有代表性的 3 点,每点选取一定面积测定单株铃数、单铃重,并计算理论产量。根据实际采收量记录棉花实际的产量。试验数据采用 Excel 2003 和 SPSS 19.0 软件进行分析,基于最小显著极差法多重比较并标记字母。

2 结果与分析

2.1 不同处理对不同棉花品种生育进程的影响

由表 2 可以看出,在同一天播种的基础上,处理

F_1 不同品种的出苗、现蕾、开花、吐絮较处理 F_2 分别提早了 1~3 d。其中,处理 F_2 的棉花吐絮期比处理 F_1 的吐絮期晚 2 d,说明种子经过浸种以后,加速了棉花的出苗,处理 F_1 后能更好地调节棉花各器官的生长,促进生育进程推进。

2.2 不同处理对不同棉花品种叶片 SPAD 值的影响

叶绿素是参与植物光合作用的重要色素,其含量是叶片光合性能的重要指标,间接影响棉花的生

表 2 不同施肥模式下棉花的关键生育时期

配肥处理	品种	播种期	出苗期	现蕾期	盛蕾期	初花期	盛花期	盛铃期	吐絮期
F ₁	新陆中 37	2020-04-19	2020-04-25	2020-06-02	2020-06-10	2020-07-02	2020-07-12	2020-08-16	2020-08-28
	新陆中 42	2020-04-19	2020-04-25	2020-06-02	2020-06-10	2020-07-02	2020-07-12	2020-08-16	2020-08-28
	新陆中 78	2020-04-19	2020-04-25	2020-06-02	2020-06-10	2020-07-02	2020-07-12	2020-08-16	2020-08-28
	中 619	2020-04-19	2020-04-25	2020-06-02	2020-06-10	2020-07-02	2020-07-12	2020-08-16	2020-08-28
	新陆早 46	2020-04-19	2020-04-26	2020-06-03	2020-06-11	2020-07-04	2020-07-14	2020-08-18	2020-08-30
F ₂	新陆中 37	2020-04-19	2020-04-26	2020-06-03	2020-06-11	2020-07-03	2020-07-14	2020-08-17	2020-08-29
	新陆中 42	2020-04-19	2020-04-26	2020-06-04	2020-06-12	2020-07-03	2020-07-13	2020-08-17	2020-08-30
	新陆中 78	2020-04-19	2020-04-26	2020-06-04	2020-06-12	2020-07-03	2020-07-13	2020-08-17	2020-08-30
	中 619	2020-04-19	2020-04-26	2020-06-04	2020-06-12	2020-07-03	2020-07-13	2020-08-17	2020-08-30
	新陆早 46	2020-04-19	2020-04-26	2020-06-04	2020-06-13	2020-07-04	2020-07-14	2020-08-18	2020-09-02

长速率和有机物的积累^[4]。棉花叶片 SPAD 值与叶绿素含量成正相关,SPAD 值的变化基本能反映出棉花叶绿素含量水平。由表 3 可以看出,整个调查期内,叶片 SPAD 值呈逐渐下降趋势,其中新陆中 37、新陆中 42、新陆中 78 处理 F₁ 和处理 F₂ 的差异不显著,但中 619 及新陆早 46 差异较显著,说明在优化施肥

条件下能够明显促进中 619 和新陆早 46 品种叶绿素的合成。

2.3 不同处理对不同棉花品种产量及其构成因素的影响

由表 4 可以看出,中 619、新陆早 46 品种的果枝数、蕾数、单株铃数、衣分、籽棉产量等性状在 2 个

表 3 不同处理各棉花品种 SPAD 值动态变化

配肥处理	品种	SPAD 值				
		2020-05-25	2020-06-05	2020-06-15	2020-06-25	2020-07-05
F ₁	新陆中 37	51.36±1.13 a	55.65±0.33 a	56.32±3.25 a	48.25±0.92 a	45.44±0.21 a
	新陆中 42	49.36±2.56 a	52.32±1.45 a	50.94±1.94 a	42.36±1.84 a	44.21±1.47 a
	新陆中 78	48.32±1.81 a	50.12±2.45 a	49.36±0.36 a	43.89±2.65 a	41.29±3.25 a
	中 619	52.33±3.33 a	56.01±2.01 a	55.48±1.47 a	51.35±2.04 a	47.34±3.33 a
	新陆早 46	47.33±0.93 a	47.45±1.26 a	48.33±2.45 a	42.14±0.87 a	44.87±1.11 a
F ₂	新陆中 37	50.41±1.74 a	53.69±0.98 a	54.47±1.66 a	56.13±2.66 a	43.63±2.03 a
	新陆中 42	49.55±2.55 a	50.87±1.99 a	52.04±1.25 a	42.19±2.47 a	43.95±1.05 a
	新陆中 78	49.87±0.78 a	51.22±2.15 a	49.88±0.97 a	47.63±0.33 a	44.58±1.51 a
	中 619	54.63±2.12 b	52.13±2.44 b	53.33±0.63 b	50.67±0.25 b	46.61±1.63 b
	新陆早 46	44.34±3.22 b	42.08±1.58 b	45.36±0.46 b	39.87±1.85 b	41.39±1.46 b

注:同列不同小写字母表示差异达显著水平(P<0.05)。下同。

表 4 不同施肥模式对棉花不同品种产量及其产量构成因素的影响

配肥处理	品种	果枝数/ 个	蕾数/ 个	单株铃数/ 个	单铃重/ g	衣分/ %	理论产量/ (kg·hm ⁻²)	实际产量/ (kg·hm ⁻²)
F ₁	新陆中 37	7.54±0.54 a	9.77±0.05 a	6.58±0.13 a	5.97±0.12 a	40.33±3.11 a	5 303.14±58.84 a	5 325.19±97.09 a
	新陆中 42	7.63±0.39 a	9.57±0.11 a	6.72±0.61 a	5.91±0.34 a	42.22±2.14 a	5 361.53±46.80 a	5 143.61±82.46 a
	新陆中 78	7.49±0.25 a	9.42±0.09 a	6.44±0.36 a	5.82±0.56 a	41.78±2.22 a	5 059.80±38.59 a	5 107.50±47.36 a
	中 619	7.33±0.28 a	9.84±0.14 a	6.83±0.28 a	5.92±0.87 a	43.89±1.97 a	5 458.50±58.16 a	5 360.74±66.15 a
	新陆早 46	7.15±0.59 a	9.71±0.36 a	5.18±0.72 a	5.04±0.33 a	40.34±3.35 a	5 286.60±51.30 a	4 380.08±96.19 a
F ₂	新陆中 37	7.48±0.72 a	9.32±0.92 a	6.44±0.98 a	5.89±0.79 a	40.12±2.22 a	5 120.66±44.78 a	5 043.71±71.10 b
	新陆中 42	7.58±0.63 a	9.56±0.14 a	6.26±1.01 a	5.64±0.85 a	41.08±2.74 a	4 766.29±24.53 a	4 529.81±49.16 b
	新陆中 78	7.36±0.21 a	9.40±0.44 a	6.52±0.83 a	5.59±0.46 a	41.22±1.55 a	4 920.30±53.66 a	4 679.44±73.69 b
	中 619	7.44±0.33 b	9.33±0.35 b	6.67±0.56 b	5.14±1.02 b	42.53±1.67 b	4 628.25±36.23 b	4 607.44±79.99 b
	新陆早 46	7.11±0.22 b	9.38±0.12 b	5.16±0.25 b	5.05±0.21 b	39.11±1.67 b	5 276.70±40.16 b	4 256.10±116.21 b

配肥处理间差异达显著水平,而新陆中 37、新陆中 42、新陆中 78 品种差异并不显著。处理 F₁ 条件下,中 619 品种在蕾数、衣分、产量方面均表现出最高,

蕾数比处理 F₂ 多 0.51 个,衣分提升了 1.36 个百分点,产量增加 753.3 kg/hm²,增产幅度为 16.35%;新陆中 37 品种的单铃重最重,较处理 F₂ 增加 0.08 g,总

体来看,表现较好。处理 F₁ 新陆早 46 产量最低,但仍较处理 F₂ 提高了 281.48 kg/hm²,增产幅度为 5.58%。

2.4 经济效益分析

由表 5 可以看出,处理 F₁ 施肥量 1 425 kg/hm²,较处理 F₂ 多施 75 kg/hm²,但处理 F₁ 籽棉平均产量

为 5 063.42 kg/hm²,较处理 F₂ 增产 9.52%,最终实现增效 3 250.41 元/hm²。

3 结论与讨论

施用酸性水溶性肥料是改善土壤环境、提升其供肥性能、促进作物根系生长及养分吸收功能的重

表 5 棉花产量及经济效益分析

配肥处理	籽棉平均产量/(kg·hm ⁻²)	产值/(元·hm ⁻²)	肥料用量/(kg·hm ⁻²)	施肥成本/(元·hm ⁻²)	净增产值/(元·hm ⁻²)
F ₁	5 063.42	38 481.99	1 425	5 322.0	3 250.41
F ₂	4 623.30	35 137.08	1 350	5 227.5	-

注:籽棉单价按照 2019 年平均收购价的 7.6 元/kg 计。肥料价格尿素 1.6 元/kg、高磷肥 5.8 元/kg、高钾肥 5.6 元/kg、肥滴溉 7.8 元/kg、硫酸钾 4.5 元/kg。

要途径。邸书新等^[8]研究表明,随水施用酸性液体滴灌肥可以不同程度提高肥料利用率,提高棉花单铃重、单铃数数和产量。本试验研究结果表明,惠尔“绿多利”牌酸性水溶肥可提高叶片 SPAD 值,具有一定的增产增效作用,值得南疆无膜棉区推广施用。

4 参考文献

- [1] 段锦波,翟勇,柴颖,等.不同滴灌施肥模式对棉花产量及养分吸收的影响[J].中国土壤与肥料,2014(6):52-58.
- [2] 喻树迅.无膜棉对中国棉花产业转型升级的意义[J].农学学报,2019,9(3):1-5.
- [3] 祁虹,赵贵元,王燕,等.我国棉田残膜污染危害与治理

(上接第 3 页)

- [2] 张锡顺,杨建国.法国蓖麻杂交种的生育特性及栽培技术[J].云南农业科技,2001(2):11-13.
- [3] 张心昱,陈利顶,傅伯杰,等.农田生态系统不同土地利用方式与管理措施对土壤质量的影响[J].应用生态学报,2007,18(2):303-309.
- [4] 鲁如坤.土壤农业化学分析方法[M].北京:中国农业科技出版社,2000.
- [5] 郑子成,李廷轩,张锡洲,等.不同土地利用方式下土壤团聚体的组成及稳定性研究[J].水土保持学报,2009,23(5):228-231.
- [6] 刘杰,马艳婷,王宪玲,等.渭北旱塬土地利用方式对土壤团聚体稳定性及其有机碳的影响[J].环境科学,2019,40(7):3361-3368.
- [7] NIMMO J R, PERKINS K S. 2.6 aggregates stability and size distribution[M]//SSSA Book Series. Madison, WI USA: Soil Science Society of America, 2018: 317-328.
- [8] 王月玲,许浩,马璠,等.宁南黄土区典型林地土壤抗冲性及相关物理性质[J].水土保持研究,2021,28(1):37.

措施研究进展[J].棉花学报,2021,33(2):169-179.

- [4] 艾则孜·巴图尔,张栋海,吉光鹏,等.酸性肥对南疆棉田土壤盐分与养分的改良效果研究[J].现代农业科技,2018(11):188-190.
- [5] 林葆,李家康.当前我国化肥的若干问题和对策[J].磷肥与复肥,1997,12(2):3-7.
- [6] 汤清秋,陈建华,田晓燕,等.酸性肥在南疆棉花上的滴施效果研究[J].新疆农垦科技,2018,41(4):32-34.
- [7] 李伏生,陆申年.灌溉施肥的研究和应用[J].植物营养与肥料学报,2000,6(2):233-240.
- [8] 邸书新,郭琛,王炜,等.酸性液体滴灌专用肥的肥效研究[J].新疆农业科学,2004,41(增刊 1):125-129.
- [9] 李孟霞,文国松,李永忠.作物对土壤压实胁迫响应研究进展[J].山东农业科学,2019,51(1):154-160.
- [10] 庞元明.土壤肥力评价研究进展[J].山西农业科学,2009,37(2):85-87.
- [11] 刘占锋,傅伯杰,刘国华,等.土壤质量与土壤质量指标及其评价[J].生态学报,2006,26(3):901-913.
- [12] 骆东奇,白洁,谢德体.论土壤肥力评价指标和方法[J].土壤与环境,2002,11(2):202-205.
- [13] 严磊,张中彬,丁英志,等.覆盖作物根系对砂姜黑土压实的响应[J].土壤学报,2021,58(1):140-150.
- [14] 刘建波,杨帆,王志春,等.苏打盐渍土区土壤理化性质及植物生物量与微地形空间异质性关系[J].土壤与作物,2021,10(2):163-176.
- [15] 李裕瑞,范朋灿,曹智,等.基于扫描电镜解析毛乌素沙地砒砂岩与沙复配成土的微观结构特征[J].应用基础与工程科学学报,2019,27(4):707-719.
- [16] 胡娟,禹朴家,周道玮.松嫩平原沙丘—草甸复合生态系统土壤水分时空变化特征[J].土壤与作物,2020,9(3):287-295.