

碳基酶肥在棉花抗逆与增产的应用效果研究

许丹^{1*}, 刘太杰^{2*}, 陈兵^{2#}, 李勇军¹, 张荣³

¹第八师石河子市农业技术推广总站, 新疆 石河子

²新疆农垦科学院棉花研究所, 新疆 石河子

³第八师149团农业技术服务中心, 新疆 石河子

收稿日期: 2023年5月12日; 录用日期: 2023年6月9日; 发布日期: 2023年6月21日

摘要

目的: 为探索碳基酶肥在棉花上的应用效果, 本研究通过设置单因素随机区组小区试验, 通过比较4种不同的碳基酶肥施肥方式对棉花土壤容重、土壤团粒结构质量、根系重量及产量构成的影响。结果: 与不施碳基酶肥(CK)处理相比, 随着碳基酶肥施用量的增加, 土壤容重降低2%~5%, 土壤团粒结构质量百分比之增加4%~11%, 棉花根系重量增加1.30%~10.03%, 棉花产量增加3.8%~12.2%, 碳基酶肥在棉花上的应用效果较好, 试验结果为师市棉花抗逆与增产提供理论依据, 建议在碳基酶肥大田中合理推广应用。

关键词

碳基酶肥, 棉花, 土壤, 产量

Study on the Application Effect of Carbon-Based Enzyme Fertilizer on Cotton Stress Resistance and Yield Increase

Dan Xu^{1*}, Taijie Liu^{2*}, Bing Chen^{2#}, Yongjun Li¹, Rong Zhang³

¹Agricultural Technology Promotion Station of Shihezi of the Eighth Division, Shihezi Xinjiang

²Institute of Cotton Research, Xinjiang Academy of Agricultural Reclamation Sciences, Shihezi Xinjiang

³Agricultural Technology Service Center of the 149th Regiment of the Eighth Division, Shihezi Xinjiang

Received: May 12th, 2023; accepted: Jun. 9th, 2023; published: Jun. 21st, 2023

*共同第一作者。

#通讯作者。

文章引用: 许丹, 刘太杰, 陈兵, 李勇军, 张荣. 碳基酶肥在棉花抗逆与增产的应用效果研究[J]. 农业科学, 2023, 13(6): 504-509. DOI: 10.12677/hjas.2023.136069

Abstract

Objective: To explore the application effect of carbon-based enzyme fertilizer on cotton, this study conducted a single-factor randomized block plot experiment to compare the effects of four different carbon-based enzyme fertilizer application methods on cotton soil bulk density, soil aggregate structure quality, root weight, and yield composition. **Result:** Compared with the treatment without applying carbon-based enzyme fertilizer (CK), with the increase of the application amount of carbon-based enzyme fertilizer, the soil bulk density decreased by 2%~5%, the soil particle structure mass percentage increased by 4%~11%, the cotton root weight increased by 1.30%~10.03%, and the cotton yield increased by 3.8%~12.2%. The application effect of carbon-based enzyme fertilizer on cotton is better, and the experimental results provide a theoretical basis for cotton stress resistance and yield increase in Shishi City, suggesting reasonable promotion and application in carbon-based enzyme fertilizer fields.

Keywords

Carbon-Based Enzyme Fertilizer, Cotton, Soil, Yield

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

棉花是我国乃至世界上重要的经济作物之一,陆地棉虽起源于热带地区,喜高温,但较高的温度仍然会影响其生长发育、产量和纤维品质[1],研究表明,棉花叶片光合作用的最适气温为 32℃~34℃,当气温高于 36℃时,多数作物光合等生理活动紊乱,棉花光合作用将受到显著影响,甚至导致植株死亡,直接影响产量和品质[2] [3],随着温室效应不断加剧,新疆棉区频繁发生高于 35℃的高温天气[4]。同时,新疆的高温天气常伴随着干旱缺水等其他多种逆境一起发生,严重影响棉花的生长发育、纤维产量和品质,制约着新疆棉花产业的发展[5] [6]。热依麦阿依·阿布都艾尼等[7]通过国内外棉花抗逆性相关综述分析后得出:由于在棉花种植中,受到非生物逆境环境影响,使得其整个生长中的发育状况出现了改变,造成了棉花在生长发育过程中产生抗逆性,在明确了棉花抗逆性生长影响因素后,能够按照其生长需求,改善棉花生长环境,以此达到增收增产的目的。

近些年新疆高温天气呈频发与高发态势,对棉花的生长造成极大影响,加强灌水成为抗高温、抗干旱的主要措施,而在新疆水资源短缺、棉花需水集中的条件下,依靠多增加灌水量来实现抗旱已不现实;据调查,因棉花由于缺水造成大幅度减产的现象经常发生;而棉花种植提产增效、提升品质已经成为当今农业高质量发展与乡村振兴的刚性需求,解决抗旱与增产矛盾已成为当务之急,经过调查研究发现,特壤碳基酶肥在广东的应用效果较好,得到用户的高度认可[8],由山东省海泽尔生物技术有限公司代理的以色列卡米尔国际化工集团有限公司生产的碳基酶肥是全水溶的矿源黄腐酸钾,具有保水保肥、促进植物根系的生长发育、增加作物的产量及改善品质等特点。本研究以棉花盛花期根系为研究对象,开展碳基酶肥对棉花根系构型的影响研究。因此,本研究以矿源黄腐酸钾为主要成份的碳基酶肥为研究对象,设置 4 种施肥条件下对棉花土壤、根系及产量构成的影响,试验结果为棉花抗逆与增产提供理论依据。

2. 材料与方法

2.1. 试验地情况

试验于 2021 年新疆生产建设兵团第八师 136 团五连 1~5 地块(45°04'N、85°12'E)进行。试验区海拔 297 m, 属典型的内陆性荒漠化气候区域, 年平均日照时间 2652.6 h, >10℃积温为 3928℃, 无霜期 162 d, 年降水量 141.8 mm, 年平均蒸发量 1826.2 mm。试验地土壤为粘壤土, 基本养分情况为有机质: 7.638 g/kg, 碱解氮: 26 mg/kg, 速效磷: 10.9 mg/kg, 速效钾: 197 mg/kg, 总盐: 1.32 g/kg, 土壤容重: 1.84 g/cm³, 田间持水量: 0~20 cm: 15.4%, 20~40 cm: 18.1%, 40~60 cm: 22.6%。

2.2. 试验设计

棉花品种为新陆早 77 号, 由新疆大有赢得种业有限公司提供(八师推荐品种); 肥料: 选取山东省海泽尔生物技术有限公司代理的以色列卡米尔国际化工集团有限公司生产的碳基酶肥。试验设置 4 个处理, T1 (CK)常规施肥; T2: 常规施肥 + 1 kg 碳基酶肥, T3: 常规施肥 + 2 kg 碳基酶肥, T4: 常规施肥 + 3 kg 碳基酶肥; 每个处理设 3 个重复。2021 年 4 月 25 播种, 种植方式为机采模式, 一膜三管六行, 膜宽 2.05 m, 行距 10 cm + 66 cm, 株距 10 cm, 每个小区长 19 m, 宽 6.9 m, 每个小区面积: 131.1 m², 随机排列。选用单翼迷宫式滴灌带, 外径 16 mm, 滴头间距 30 cm, 滴头流量 1.8 L/h, 计划层湿润深度: 60 cm。其它施肥、灌溉管理措施不变; 肥料按重量分两次施入, 第一次随出苗水滴入, 第二次在花铃期滴入。

2.3. 测定项目

试验测试仪器包括: 糖量计、土钻、环刀、分级筛、电子天平、烧杯、烘箱、手持式 DDR 水分测试仪、电子游标卡尺、电子称。

2.3.1. 土壤容重

测定 0~20 cm、20~40 cm、40~60 cm 各层次容重; 采用 DDR 土壤水分仪, 播种前用土钻取各层装铝盒烘箱烘干 6 h 后称量计算出重量含水量; 8 月 25 日停止灌水后测各层体积含水量; 出苗后铺设碳管(长度 100 cm), 一个小区 3 根, 各小区测后取平均值计算土壤容重。

2.3.2. 土壤团粒成份

采用干筛法, 按标准采样法采集的土壤, 自然风干后, 将其放在孔径分别为 5 mm、2 mm、1 mm、0.5 mm 和 0.25 mm 的套筛上, 然后小心地上下往复筛动套筛, 尽量保持同样的频率与力度。筛后, 自上而下依次取下筛子, 收集留在各个筛子上的土壤团聚体, 称重, 计算各粒级团聚体的质量百分率, 测量时间与容重同步。

2.3.3. 棉花根系测定

将棉花根系根据根径大小分为细根(0~0.4 mm)、中根(0.4~1.2 mm)和粗根(>1.2 mm), 取 1 m*6.9 m 范围内所有棉花根系(地下部分)并进行分类称重计算, 同时对棉花主根(粗根)长度进行测量。

2.3.4. 棉花产量测定

采用实测法, 每一个小区选取 6.9 m*2 m 进行实测, 全部采摘后称重计算棉花株数、单株铃数、单铃重、产量。

2.4. 数据的统计与分析

采用 Excel 2010 软件对试验数据进行整理及绘图, 利用 SPSS 22.0 软件对试验数据进行单因素方差

分析, $P < 0.05$ 表示差异显著。

3. 结果与分析

3.1. 棉田土壤容重变化分析

如图 1 所示: 施用碳基酶肥后, 各处理土壤容重相对于对照(T1)全年变化较小, 随着肥料增加, 各个处理(T2, T3, T4) 0~20 cm、20~40 cm 容重逐渐降低, 降幅 2%~5%; 而 40~60 cm 容重基本不变。说明碳基酶肥能有效透到 0~40 cm 深度, 改善耕作层土壤环境, 但未渗透到 40~60 cm 深度, 在 40 cm 以上的深度对土壤基本无影响, 可能是 40 以下是犁底层, 水肥渗透能力差, 很难通过, 采用滴灌, 少量多次 7 天左右一次, 每次灌量较少, 水很难达到 40 以下。

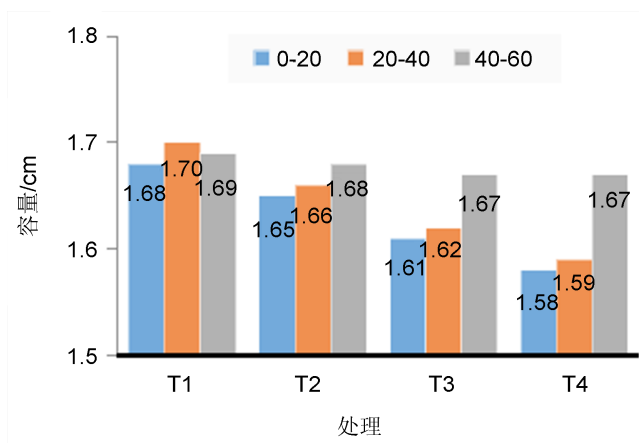


Figure 1. Changes in soil bulk density in cotton fields

图 1. 棉田土壤容重变化

3.2. 棉田土壤团粒组成变化分析

如图 2 所示: 施用碳基酶肥后, 各个处理(T2, T3, T4)的土壤团粒结构质量百分比均大于对照(T1), 且随肥料施用量增加而增加, 表现为 $T4 > T3 > T2 > T1$, 增幅在 4%~11%之间。说明施用碳基酶肥后, 土壤团粒体结构质量百分比增加, 起到了改善了土壤结构的理化性质, 增加了土壤的孔隙度和保温。

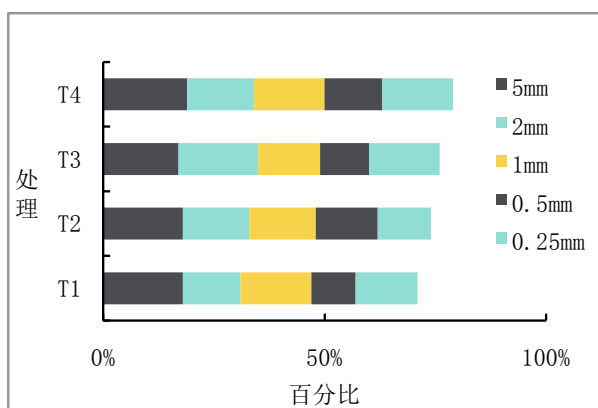


Figure 2. Changes in the mass structure of soil aggregates in cotton fields

图 2. 棉田土壤团粒质量结构变化

3.3. 棉花根系的变化分析

如图 3 所示：随着碳基酶肥的用量增加，各个处理(T2, T3, T4)的根系重量呈增加趋势，表现为 $T4 > T3 > T2 > T1$ ，表明根系的数量、大小、根表面积增加，有利于作物营养吸收与供给。同时，主根的长度也呈增加趋势，表现为 $T4 > T3 > T2 > T1$ ，主根长度在 25~45 cm 之间；其中，T4 处理主根比 T1 平均增加 8~10 cm，更有利于吸收养分和水分。说明施用碳基酶肥后，促进了棉花根系的生长，用量越大对根系发育越有利，为棉花的增产打下了基础。

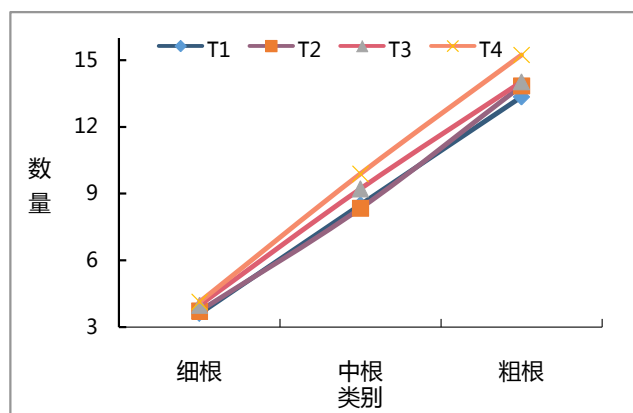


Figure 3. Changes in cotton root weight
图 3. 棉花根系重量变化

3.4. 棉花产量变化分析

如表 1 中所示：随着碳基酶肥施用量的增加，水、肥综合效益对产量的增加效益显著；单株结铃、单铃重、产量均表现为 $T4 > T3 > T2 > T1$ ；且产量达到显著性差异($P < 0.05$)，说明碳基酶肥的施用促进了产量增加。接近 5 年的棉花平均价格 7 元/kg、碳基酶肥按 60 元/kg 计算，综合效益增加分别 97 元、157 元、200 元，除去不可预计的成本和因素，年增加效益在 10%~20%之间。说明碳基酶肥的施用增加了棉花效益。

Table 1. Yield and yield components of different treatments

表 1. 不同处理产量及产量构成因素

处理	株数/亩	铃数/株(个)	单铃重(g)	籽棉产量(kg/亩)	增产量(%)
T1 (CK)	12657b	6.3b	5.7b	454.5b	0
T2	12720a	6.4b	5.8b	472.2ab	3.89
T3	12805a	6.6a	5.8b	494.1a	8.72
T4	12689b	6.8a	6.0a	510.1a	12.23

注：字母代表的是 0.05 显著水平。

4. 结论与讨论

曹健[9]通过矿源黄腐酸钾棉田施用肥效试验发现，矿源黄腐酸钾能够促进棉花产量增加，从而使效益增加，这与本研究结果相同，本研究得出与不施碳基酶肥(CK)处理相比，随着碳基酶肥的施用量的增加，棉花产量增加 3.8%~12.2%，综合效益增加 10%~20%；张宗彩等[10]通过矿源黄腐酸钾对水培绿萝生

根发芽影响的研究得到：质量浓度 40 mg/L 的矿源黄腐酸钾可以较好地促进水培绿萝根系和叶的生长，高质量浓度的矿源黄腐酸钾则会抑制绿萝生根发芽。本研究也得出，与不施碳基酶肥(CK)处理相比，随着碳基酶肥的施用量的增加，棉花根系重量增加 1.30%~10.03%；郎朗等[11]通过施用矿物源黄腐酸钾对黄瓜生长、产量及土壤的影响得出：冲施矿物源黄腐酸钾 1.5 kg/667 m²可以显著降低土壤容重；本研究得出，随着碳基酶肥的施用量的增加，可以使土壤容重降低 2%~5%，土壤团粒结构质量百分比增加 4%~11%。

本试验的研究结果表明，随着碳基酶肥的施用量的增加，土壤容重降低，土壤团粒结构质量、根系重量及产量均增加，说明碳基酶肥对棉花的生长发育和产量具有很好的促进作用，其具有较好的推广应用前景，建议在碳基酶肥大田中合理推广应用。

基金项目

国家重点研发计划(2020YFD1001002)，兵团英才项目。

参考文献

- [1] Sarwar, M., Saleem, M.F., Ullah, N., *et al.* (2019) Role of Mineral Nutrition in Alleviation of Heat Stress in Cotton Plants Grown in Glasshouse and Field Conditions. *Scientific Reports*, **9**, Article No. 13022. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-49404-6>
- [2] Dai, Y.J., Chen, B.L., Meng, Y.L., *et al.* (2015) Effects of Elevated Temperature on Sucrose Metabolism and Cellulose Synthesis in Cotton Fibre during Secondary Cell Wall Development. *Functional Plant Biology*, **42**, 909-919. <https://doi.org/10.1071/FP14361>
- [3] 马晓昕, 李成林, 张超, 等. 高温胁迫影响棉花生长及产量品质的生理与分子机理[J]. 中国棉花, 2021, 48(12): 1-6+12.
- [4] 胡启瑞, 宋桂成, 王雪姣, 等. 高温对陆地棉花粉萌发及棉铃发育的影响[J]. 新疆农业大学学报, 2017, 40(1): 1-7.
- [5] 马益赞, 闵玲, 张献龙. 棉花响应高温机理及耐高温种质资源研究[J]. 植物遗传资源学报, 2022, 23(1): 29-39.
- [6] Xu, C.L., Tao, H.B., Tian, B.J., *et al.* (2016) Limited-Irrigation Improves Water Use Efficiency and Soil Reservoir Capacity through Regulating Root and Canopy Growth of Winter Wheat. *Field Crops Research*, **196**, 268-275. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2016.07.009>
- [7] 热依麦阿依·阿布都艾尼, 陈静. 棉花抗逆性研究进展[J]. 农业技术与装备, 2019, 353(5): 19+25.
- [8] 杨堃. 特壤碳基酶肥获广东用户认可[J]. 中国农资, 2018, 400(3): 18.
- [9] 曹健. 矿源黄腐酸钾棉田施用肥效试验[J]. 农村科技, 2022, 422(2): 25-28.
- [10] 张宗彩, 肖朋, 高进华, 等. 矿源黄腐酸钾对水培绿萝生根发芽影响的研究[J]. 肥料与健康, 2021, 48(3): 67-71.
- [11] 郎朗, 张星, 李任丰, 等. 施用矿物源黄腐酸钾对黄瓜生长、产量及土壤的影响[J]. 腐植酸, 2020, 193(2): 56-59.