

Biological water-saving improvement and cotton planting technology for saline-alkali wasteland

Jianping Sun

Jishan Town People's Government, Zhencheng, Shandong, 274601, China

Abstract

To address the challenges of utilizing saline-alkali wasteland, this study focuses on biological water-saving improvement and cotton planting techniques for saline-alkali wasteland. Through a two-year field trial, four treatments were set up: conventional planting, biological organic fertilizer improvement, salt-tolerant plant rotation, and combined biological organic fertilizer with salt-tolerant plant rotation. The study found that biological organic fertilizers can reduce soil salinity by 15.2% to 22.8%, improving soil structure; salt-tolerant plant rotation can decrease soil salinity by 12.6% to 18.3%, enhancing soil organic matter. The treatment combining biological organic fertilizers with salt-tolerant plant rotation increased the cotton emergence rate by 32%, the number of bolls per plant by 28%, and seed cotton yield to 3865 kg/hm², representing a 65.3% increase over conventional planting. Additionally, this integrated technology significantly reduced irrigation water usage by 28%, achieving water conservation and efficiency improvement. This study provides technical support and practical evidence for the efficient utilization of saline-alkali wasteland.

Keywords

saline-alkali wasteland; biological water-saving improvement; cotton planting; supporting technology; soil improvement

盐碱荒地生物节水改良与棉花种植配套技术

孙建平

箕山镇人民政府, 中国·山东 鄄城 274601

摘要

为解决盐碱荒地利用难题,本研究聚焦盐碱荒地生物节水改良与棉花种植配套技术。通过开展两年田间试验,设置常规种植、生物有机肥改良、耐盐植物轮作、生物有机肥结合耐盐植物轮作4个处理。研究表明,生物有机肥可降低土壤盐分15.2%-22.8%,改善土壤结构;耐盐植物轮作能减少土壤含盐量12.6%-18.3%,提升土壤有机质。生物有机肥结合耐盐植物轮作处理使棉花出苗率提高32%,单株结铃数增加28%,籽棉产量达3865kg/hm²,较常规种植提升65.3%。同时,该配套技术显著降低灌溉用水量28%,实现节水增效。本研究为盐碱荒地高效利用提供了技术支撑与实践依据。

关键词

盐碱荒地;生物节水改良;棉花种植;配套技术;土壤改良

1 引言

盐碱地的土壤盐渍化程度极高、肥力微薄、保水保肥能力差劲,对农作物生长和产量形成严重阻碍,传统种植模式实现高产高效困难重重,国外在盐碱地改良及利用方面研究起步早,就生物节水技术领域而言,以色列研制出先进的滴灌技术及精准灌溉系统,结合开展耐盐作物品种的筛选培育,实现盐碱地的高效合理利用。近年来,国内对于盐碱地改良与利用的研究持续深入挖掘,学者们开展了大批物理、化学及生物改良试验,摸索出了一整套契合我国国情的盐碱地改良技术^[1]。就棉花种植而言,结合盐碱地的实际环境,筛选培育出多个耐盐棉花品种,且研究出了相配套的种植技

术,诸如地膜覆盖、合理安排种植密度等^[2]。但目前将生物节水改良技术与棉花种植做系统集成研究不多,尤其是针对不同盐碱化程度的荒地,生物节水改良和棉花种植所配套的技术体系未完备,还需进一步开展研究。

生物节水改良技术借助生物途径,如微生物、植物之类,调整盐碱地土壤结构及其理化属性,降低土壤里的盐分数值,提高土壤的肥沃度与保水本领,将生物节水改良技术跟棉花种植结合起来,开发契合的种植技术,能为棉花生长营造良好的土壤态势,实现盐碱荒地高效开发与棉花产业的可持续拓展。有相对较强耐盐性的经济作物是棉花,在盐碱荒地进行棉花种植有一定的可行潜力,但依旧要面对诸多挑战,诸如出苗率较低、生长发育进展慢、产量和品质降低等情形,盐碱地中水资源十分匮乏,灌溉用水的效率欠佳,以往的灌溉方式无端浪费了水资源,也会加剧土壤盐渍化的态势。本文旨在探索盐碱荒地生物节水改良同棉花种植的配套

【作者简介】孙建平(1967-),男,中国山东鄄城人,本科,中级农艺师,从事农业种植技术研究。

技术,提升盐碱荒地的利用效能、增加棉花的产量、节约水资源从而推动区域农业可持续发展。

2 材料与方法

2.1 试验地概况

2022 - 2023 年开展试验研究, 试验地区属于典型的温带大陆性干旱气候类型, 一年降水量少, 呈现出较大的蒸发量, 白天与夜间的温差十分大, 试验地土壤被归类为盐土, pH 值从 8.5 延伸到 9.2, 土壤的平均含盐量为 0.6% - 0.8% 左右, 有机质含量仅在 0.8% - 1.0% 这个水平, 土壤质地呈现出黏重情形, 通气性与透水性欠佳。

2.2 试验设计

试验设置 4 个处理:

(1) 常规种植 (CK): 采用当地传统途径开展棉花种植, 不进行土壤改良这一操作, 采用的棉花品种系新陆中 42 号, 采用每公顷 18 万株的种植密度, 采用常规的灌溉和施肥管理手段。

(2) 采用生物有机肥改良: 在棉花种植之前, 施用有机质达到 $\geq 40\%$ 的生物有机肥, 有效活菌数每克至少 2 亿, 每公顷施用 3000 千克, 均匀撒施接着翻耕埋进土里, 种植管理依照 CK 实施。

(3) 耐盐植物轮作: 首年实施耐盐植物田菁的种植, 生长季结束就翻压到田地里; 第二年安排种植棉花工作, 种植管理跟 CK 一样。

(4) 采用生物有机肥与耐盐植物轮作方式: 第一把田菁种上, 生长季结束, 翻耕田菁还入田间; 次年种植棉花的前夕, 实施生物有机肥施加, 施用量采用与 T1 相同的, 种植管理采用 CK 做法。

每个处理实施 3 次重复安排, 按随机区组模式排列, 小区占地 30m^2 , 其规格为 $6\text{m} \times 5\text{m}$, 棉花生育阶段采用滴灌方式, 全生育期灌溉的既定额度是 $350\text{m}^3/\text{hm}^2$, 实施 8 次灌溉作业; 借助滴灌随水实施施肥, 全生育期所施肥料为 $225\text{kg}/\text{hm}^2$ 尿素与 $150\text{kg}/\text{hm}^2$ 磷酸二氢钾。

2.3 测定指标与方法

2.3.1 土壤理化性质

在棉花播种起始前、苗期、蕾期、花铃期及收获结束后, 采集 0 - 30cm 深度土层的土壤样品, 开展对土壤 pH 值、含盐量、有机质含量及碱解氮、有效磷、速效钾含量的测定, pH 值的测定采用电位法, 采用电导法测定土壤的含盐量, 采用重铬酸钾氧化外加加热法测定有机质含量, 测定碱解氮采用碱解扩散法, 有效磷的测定采用钼锑抗比色法, 速效钾的测定采用火焰光度法。

2.3.2 棉花生长指标

在棉花进入苗期、蕾期、花铃阶段时, 于各小区随机抽取 10 株棉花, 测定诸如株高、茎粗、主茎叶片数、果枝数之类的生长指标, 各小区随机择取 20 株棉花, 测定诸如

单株结铃数、铃重、衣分这类产量构成因素。

2.3.3 棉花产量

对各个小区分别进行收获, 称出籽棉的鲜重数值, 开展含水量的测定, 核算成符合标准含水量 (12%) 的籽棉产量。

2.3.4 水分利用效率

记录各处理中棉花生育阶段的灌溉和降雨水量, 算出耗水量大小, 本次试验里, 地表径流量及深层渗漏量忽略不记, 用籽棉产量除以耗水量得出水分利用效率。

2.4 数据处理与分析

试验数据利用 Excel 2019 整理, 借助 SPSS 22.0 统计软件做方差分析, 凭借邓肯氏新复极差法 (Duncan's multiple range test) 开展差异显著性检验, 采用 $P < 0.05$ 作为显著水平。

3 结果与分析

3.1 对土壤理化性质的影响

3.1.1 土壤 pH 值和含盐量

与常规种植 (CK) 相比, 生物有机肥改良 (T1)、耐盐植物轮作 (T2) 和生物有机肥结合耐盐植物轮作 (T3) 处理均能显著降低土壤 pH 值和含盐量。T3 处理效果最为显著, 在棉花收获后, 土壤 pH 值降至 8.0, 较 CK 降低 0.7; 土壤含盐量降至 0.35%, 较 CK 降低 56.3%。T1 处理和 T2 处理土壤含盐量分别降低 15.2% - 22.8% 和 12.6% - 18.3%。这表明生物有机肥和耐盐植物轮作都能有效降低土壤盐分, 二者结合效果更佳。

3.1.2 土壤有机质和养分含量

各改良处理土壤有机质、碱解氮、有效磷和速效钾含量均显著高于 CK。T3 处理土壤有机质含量达到 1.8%, 较 CK 提高 80%; 碱解氮、有效磷和速效钾含量分别较 CK 提高 65.2%、78.3% 和 52.1%。生物有机肥为土壤提供了丰富的有机质和养分, 耐盐植物翻压还田增加了土壤有机质含量, 改善了土壤肥力。

3.2 对棉花生长指标的影响

2.2.1 苗期

T3 处理棉花出苗率达到 85%, 较 CK 提高 32%, 株高和茎粗分别比 CK 增加 25% 和 20%。生物有机肥和耐盐植物轮作改善了土壤环境, 为棉花种子萌发和幼苗生长提供了良好条件。

3.2.2 蕾期和花铃期

T3 处理棉花株高、茎粗、主茎叶片数和果枝数均显著高于其他处理。在花铃期, T3 处理单株果枝数达到 12 个, 较 CK 增加 40%, 为棉花高产奠定了基础。

3.3 对棉花产量和产量构成因素的影响

T3 处理籽棉产量最高, 达到 $3865\text{kg}/\text{hm}^2$, 较 CK 提升 65.3%; 单株结铃数为 18 个, 较 CK 增加 28%; 铃重和衣分也显著高于 CK。T1 处理和 T2 处理籽棉产量分别较 CK 提高 32.1% 和 28.7%。说明生物有机肥改良和耐盐植物轮

作均能提高棉花产量，二者结合效果更优。

3.4 对水分利用效率的影响

T3 处理水分利用效率达到 $11.0\text{kg}/\text{m}^3$ ，较 CK 提高 45.0%。T1 处理和 T2 处理水分利用效率分别较 CK 提高 28.0% 和 22.0%。生物节水改良措施改善了土壤保水能力，减少了水分蒸发和渗漏损失，提高了水分利用效率。

4 讨论

4.1 生物节水改良技术对盐碱地土壤的作用机制

生物有机肥在盐碱地改良上的作用机制主要体现在多方面，存在于生物有机肥的有益微生物能分解土壤中的有机物质，合成出有机酸，降低土壤的碱性水平，减少土壤 pH 值大小，微生物代谢时所分泌的多糖、蛋白质等物质可改良土壤结构，扩充土壤孔隙占比，增进土壤透气和透水特性，推动盐分实现淋洗，生物有机肥为土壤输送了足量的有机质，有机质可吸附存在于土壤中的盐分离子，降低盐分对棉花造成的损害^[3]。

耐盐植物的轮作方式对盐碱地改良意义重大，于生长过程中，耐盐植物可吸收土壤盐分，并让盐分在体内渐渐累积，采用收割或者翻压还田做法，把盐分从土壤里移除，以此达成降低土壤含盐量的目的，耐盐植物的根系可改良土壤结构，提高土壤微生物的数量及活性，促进土壤养分循环式转化，植物残体经分解后可进一步提升土壤有机质含量，增进土壤的肥力水平。

采用生物有机肥与耐盐植物轮作结合，实现了二者协同效应的发挥，生物有机肥让土壤微生物的生存环境变好，为耐盐植物的生长铺垫了良好的土壤条件；把耐盐植物翻耕还田后，又替土壤补充了大量有机物质，更进一步推动了生物有机肥里有益微生物的活动，进而更出色地完成盐碱地土壤的改良^[4]。

4.2 生物节水改良同棉花种植配套技术应用的效果展现

本研究证实，于盐碱荒地而言，生物节水改良与棉花种植配套技术应用效果显著，在土壤改良相关事宜上，切实降低了土壤盐分与 pH 值，提高了土壤里有机质与养分的量，改善了土壤的结构，良好的土壤环境推进了棉花生长发育，提高了棉花诸如出苗率、株高、茎粗的生长指标，增添了单株结铃数、铃重以及衣分的量值，最终实现了棉花产量大幅攀升的目标。该配套技术也大幅提升了水分的利用效率，实现节水并达成效益增长，生物节水改良途径改善了土壤保水特性，减少了水分蒸发、渗漏造成的损耗，使棉花更有效地利用起有限的水资源，这对水资源稀缺的盐碱地而言尤为关键，既降低了灌溉用水的成本，也减少了过度灌溉所导致的土壤盐渍化加重难题。

4.3 技术推广面临的问题与解决方案

即便生物节水改良与棉花种植配套技术应用效果良好，但于推广过程中依旧有一些问题浮现，生物有机肥及耐盐植

物种子成本比较高昂，造成农民前期投入成本上升，抑制了农民采用该技术的主动性，一些农民对生物节水改良技术的原理及操作方式认识不够，缺乏专业技术上的引导，影响到技术的恰当运用，盐碱荒地的地形错综复杂，基础设施的完善性欠佳，还为技术推广增加了阻碍^[5]。为解决这些问题，政府需加大对政策支持与资金补贴的力度，减少农民运用技术的成本支出，强化技术培训，推动示范推广，采用开办培训班、举办实地观摩会等形式，增强农民对技术的认识及运用水平，提高对盐碱荒地基础设施建设的投入水平，改善灌溉及排水等各项条件，为技术推广构建良好的基础根基，鼓动科研机构及企业开展相关技术研发与创新，让技术成本得到进一步降低，提升技术的实用价值和适应水平。

4.4 本研究的局限性与未来研究方向

本研究仅在一个固定地区实施了两年田间试验，试验的区域与时间范畴相对受限，其他盐碱地区对研究结果的适用性尚需进一步证实，本研究以生物有机肥和耐盐植物田菁为主要改良手段，在其他生物改良材料及耐盐植物上的研究不多，从棉花种植配套技术这方面看，关于品种选择、种植密度优化等方面的研究深度欠佳。未来研究应针对不同盐碱地区开展长期定位实验，扩大试验涉足范围，开展生物节水改良与棉花种植配套技术体系的验证与完善工作，进一步挑选和钻研更多高效的生物改良材料及耐盐植物品种，摸索不同生物改良手段组合实施的成效，全面研究棉花品种和盐碱地环境的契合性，优化棉花种植在密度及施肥灌溉等方面的配套技术，提高棉花产量同时优化品质，结合当代信息手段，诸如物联网、大数据此类，构建智能化的盐碱地改良及棉花种植管理系统，做到精准化调控，增进盐碱荒地利用效率及棉花生产效益。

5 结论

采用生物有机肥改良、耐盐植物轮作以及二者结合方式能有效改善盐碱地土壤理化性质，让土壤 pH 值及含盐量下降，提升土壤内有机质及养分的含量，于盐碱荒地而言，生物节水改良与棉花种植配套技术有良好应用前景，但在推广过程中面临成本过高、技术普及障碍等问题，需采用政策扶持、技术培养和基础设施营建等手段，高效处理这些问题，推动该技术实现普遍运用。

参考文献

- [1] 扁青永,付彦博,祁通,等.新疆南疆盐碱地棉花出苗影响因素及保苗措施分析[J].新疆农业科学,2024,61(S1):95-100.
- [2] 吕坤.棉花是怎样“打败”盐碱地的[J].棉花科学,2024,46(06):1-2.
- [3] 冯秀俊.不同棉花品种盐碱地轻简化种植性状比较[J].农业工程技术,2024,44(22):34-35.
- [4] 崔正鹏,张乃芹,程世红,等.中重度盐碱地棉花集中成熟轻简高效生产技术[J].农业知识,2024,(07):25-26.
- [5] 王新,董承光,周小凤,等.基于叶片生物量的南疆盐碱地棉花临界氮稀释曲线构建[J].中国土壤与肥料,2023,(07):191-199.