

新疆阿拉尔市高中低产棉田土壤养分现状分析

焦润兴*, 张冬冬, 邵延慧, 卜东升#

新疆生产建设兵团第一师农业科学研究所, 新疆 阿拉尔

收稿日期: 2024年9月29日; 录用日期: 2024年10月24日; 发布日期: 2024年11月4日

摘要

试验研究了从2019年至2022年阿拉尔高中低产棉田土壤养分现状。结果表明: 连续四年, 阿拉尔高中低产棉田土壤有机质含量差别不明显, 整体呈下降趋势, 处于较缺乏水平; 高产田土壤碱解氮和有效磷含量均高于中、低产田; 从2019年到2021年连续三年高产田土壤速效钾含量高于中产田和低产田, 从2021年开始, 高中低产棉田土壤速效钾含量处于较高水平; 除了2020年, 高中低产棉田土壤全盐量差别不明显, 从2021年开始土壤盐分整体呈增加趋势, 到2022年略有降低; 高中低产棉田之间土壤pH值差别不大, 均表现为弱碱性。本研究结果为阿拉尔高中低产棉田科学施肥提供理论依据。

关键词

阿拉尔, 高中低产棉田, 土壤养分现状

Analysis of Soil Nutrient Status of High, Medium, and Low Yielding Cotton Fields in Aral City, Xinjiang, China

Runxing Jiao*, Dongdong Zhang, Yanhui Shao, Dongsheng Bu#

Agricultural Science Research Institute of the First Division of Xinjiang Production and Construction Corps, Alar Xinjiang

Received: Sep. 29th, 2024; accepted: Oct. 24th, 2024; published: Nov. 4th, 2024

Abstract

Experiments were conducted to study the soil nutrient status of high, medium, and low yielding cotton fields in Aral from 2019 to 2022. The results showed that: for four consecutive years, the

*第一作者。

#通讯作者。

difference in soil organic matter content among high, medium, and low yielding cotton fields in Aral was not obvious, and the overall decreasing trend was at a more deficient level; the soil alkaline dissolved nitrogen and effective phosphorus content of the high-yielding fields was higher than that of the medium and low yielding fields; the soil quick potash content of the high-yielding fields was higher than that of the medium and low yielding fields for three consecutive years from 2019 to 2021, and the soil quick potash content of the medium and high yielding fields was at a higher level from 2021; except for 2020, the difference in soil total salinity among high, medium, and low yielding cotton fields was not obvious, and the overall trend of soil salinity was increasing from 2021 onwards, and slightly decreasing in 2022; there was not much difference in soil pH among high, medium, and low yielding cotton fields, and all of them showed weak alkalinity. The results of this study provide a theoretical basis for scientific fertilization of high, medium, and low yielding cotton fields in Aral.

Keywords

Alar, High, Medium, and Low Yielding Cotton Fields, Soil Nutrient Status

Copyright © 2024 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

棉花是南疆主要的经济作物之一，棉花的优质高产对南疆农业和经济发展具有重要意义。土壤的基础地力越高，作物的生产潜力就越大，越容易获得高产[1]。有研究表明，相同年份高地力稻田土壤有机质、碱解氮、有效磷和速效钾的含量均高于低地力稻田[2]。较高的植株总生物量是棉花高产优质的前提，其中高产棉田棉株总生物量积累的最大增长速率比中低产棉田高 22.7%~35.4% [3] [4]。中低产田是重要的耕地资源，具有很大的增产潜力[5]。中低产田是指那些土壤内部因子不相协调、基础设施不配套、生态环境不良、耕作措施或布局不当等原因造成的产量水平低而不稳的农田[6]。对中低产田进行改良利用，是提高作物产量和农业效益、增加农民收入的重要措施[7]。近年来，对不同产量水平棉田土壤养分现状研究报道较少，多从棉株的干物质和养分积累开展研究。本研究对阿拉尔市高中低产棉田土壤养分现状进行分析，通过合理的养分管理，在增加棉花产量的同时提高肥料利用率，对降低生产成本，减少环境污染，实现棉花优质、高产、高效具有十分重要的意义。

2. 材料与方法

2.1. 研究区域概况

阿拉尔市地处塔里木盆地西北边，属典型的大陆性荒漠气候，是纯灌溉型农业区。年降水量 19.8~81.4 mm，蒸发量 1870~2660 mm，年平均气温 7.5°C~11.5°C，日照 2654~3025 h，年有效积温 3450°C~4423°C，年均无霜期 200 d 以上。

2.2. 土壤样品采集与制备

采取“S”形取样法，分别于 2019~2022 年 10 月份赴阿拉尔市各团镇采集有代表性的高中低产棉田耕层土壤。本试验中，以产量高低划分高中低产田，其中产量达到 7500 kg/hm² 及以上为高产田，6000~7500 kg/hm² 为中产田，6000 kg/hm² 及以下为低产田。将采集的土壤样品及时送回实验室，平摊 2~3 cm 厚的

薄层于阴凉处自然风干，经研磨、过筛后编号装袋备用。

2.3. 评价指标及检测方法

对高中低产棉田耕层土壤有机质、水解性氮、有效磷、速效钾、pH 值和土壤全盐量 6 个指标进行现状分析。土壤有机质测定采用重铬酸钾氧化外加加热法测定；土壤水解性氮采用碱解扩散法测定；有效磷采用 0.5 mol/L 碳酸氢钠浸提 - 钼锑抗比色法测定；速效钾采用 1 mol/L 醋酸铵浸提 - 火焰光度计测定；土壤 pH 值采用酸度计法(水土比 2.5:1)测定；全盐量采用电导法(水土比 5:1)测定[8]。

2.4. 数据分析

采用 Excel 2010 对不同年份的不同产量水平棉田土壤养分含量指标数据分别进行汇总处理，计算平均值。

3. 结果与分析

3.1. 高中低产棉田土壤有机质含量分析

2019 年和 2022 年高、中、低产田土壤有机质含量差别不大，2020 年和 2021 年高产田土壤有机质含量均高于中、低产田，而中产田和低产田土壤有机质含量基本一致。整体来看，从 2019 年到 2021 年连续三年中、低产棉田土壤有机质含量呈逐渐下降的趋势，到 2022 年略有增加，高产田土壤有机质含量于 2020 年降低后又开始增加，但是高、中、低产田土壤有机质含量自 2019 年后整体呈下降趋势，连续四年高、中、低产田土壤有机质含量最高仅为 13.3 g/kg，最低为 11.8 g/kg，整体处于较缺乏水平。这可能是跟当地农民的施肥习惯有关，在实际生产中，偏重施用化肥，而忽略了有机肥的施用，有机质是作物营养的重要来源，有机肥与化肥配合施用，满足作物在连续生产中对土壤肥力的要求，才能实现农业的可持续发展(表 1)。

Table 1. Changes in soil organic matter content in cotton fields (g/kg)

表 1. 棉田土壤有机质含量变化(g/kg)

产量水平	2019 年	2020 年	2021 年	2022 年
高产田	13.2	12.1	12.6	12.1
中产田	13.0	11.8	11.0	11.8
低产田	13.3	11.8	11.1	12.3

3.2. 高中低产棉田土壤碱解氮含量分析

从 2019 年到 2022 年连续四年高产田土壤碱解氮含量均高于中、低产田，除了 2019 年，中产田土壤碱解氮含量要高于低产田。2021 年和 2022 年高产田土壤水解性氮含量显著高于中产田，中产田明显高于低产田，其中 2021 年高产田土壤碱解氮含量为 102 mg/kg，比中产田高 28.1 mg/kg，比低产田高 42.2 mg/kg，2022 年高产田土壤碱解氮含量达到 104 mg/kg，比中产田高 13.8 mg/kg，比低产田高 33.2 mg/kg。结果表明，增施适量的氮肥能够提高作物的产量。尤其对于中、低产棉田来说，增加氮肥用量，棉花增产潜力很大(表 2)。

3.3. 高中低产棉田土壤有效磷含量分析

2019 年高产田和低产田土壤有效磷含量高于中产田，但是差别不大。2020 年高产田土壤有效磷含量显著高于中、低产田，中产田和低产田之间差别不大。2021 年和 2022 年高、中、低产田土壤有效磷含量

呈依次减少趋势。整体来说, 高产田土壤有效磷含量要高于中产田和低产田, 连续四年土壤有效磷含量最高达到 51.4 mg/kg, 最低为 30.7 mg/kg, 表明无论高中低产棉田, 土壤有效磷含量总体处于较丰富及丰富水平, 在实际生产中, 应注重提高磷肥利用率(表 3)。

Table 2. Changes in soil alkaline dissolved nitrogen content in cotton fields (mg/kg)

表 2. 棉田土壤碱解氮含量变化(mg/kg)

产量水平	2019 年	2020 年	2021 年	2022 年
高产田	77.6	68.6	102	104
中产田	55.2	64.7	73.9	90.2
低产田	62.7	62.4	59.8	70.8

Table 3. Changes in effective phosphorus content of cotton field soils (mg/kg)

表 3. 棉田土壤有效磷含量变化(mg/kg)

产量水平	2019 年	2020 年	2021 年	2022 年
高产田	34.3	51.4	43.5	35.3
中产田	32.2	34.0	42.3	30.7
低产田	36.0	35.4	38.9	33.6

3.4. 高中低产棉田土壤速效钾含量分析

2019 年、2020 年和 2021 年连续三年, 高产田土壤速效钾含量高于中产田, 中产田高于低产田, 表明产量较高的棉田, 土壤中速效钾含量也高。从 2019 年到 2021 年, 无论高产田、中产田还是低产田, 土壤中速效钾含量呈逐年增加的趋势, 2022 年高产田土壤速效钾含量高于低产田, 与中产田差别不大, 虽然有下降趋势, 但含量仍达到 171 mg/kg, 仍然处于较丰富水平。从 2021 年开始, 高中低产棉田土壤中速效钾的含量均处于较丰富水平, 在农业生产中应视情况适当减少钾肥用量(表 4)。

Table 4. Changes in soil quick-acting potassium content in cotton fields (mg/kg)

表 4. 棉田土壤速效钾含量变化(mg/kg)

产量水平	2019 年	2020 年	2021 年	2022 年
高产田	145	149	229	171
中产田	137	146	177	173
低产田	129	123	153	159

3.5. 高中低产棉田土壤全盐量分析

2019 年和 2021 年高、中、低产棉田之间土壤全盐量差别不大, 但是 2021 年棉田含盐量整体高于 2019 年; 2020 年高产田土壤全盐量明显低于中产田和低产田, 中产田和低产田之间没有差异; 在连续四年的土壤监测中, 从 2021 年开始土壤盐分呈增加趋势, 其中 2021 年高产田土壤全盐量最高达到 4.4 g/kg; 到 2022 年高、中、低产田全盐量略有下降趋势, 其中低产田较 2021 年降低了 1.2 g/kg, 下降幅度最大。造成这种现象的原因, 可能是由于连年种植棉花, 导致土壤含盐量有增加趋势, 也可能是在大量投入化肥的同时, 也增加了盐分, 尤其是高、中产田, 化肥本身也是一种盐分。因此在追求棉花高产的同时, 要合理施肥, 遏制土壤盐渍化趋势, 不要使其成为棉花产量提高的障碍因素(表 5)。

Table 5. Changes in total salt content of cotton field soils (g/kg)
表 5. 棉田土壤全盐量含量变化(g/kg)

产量水平	2019 年	2020 年	2021 年	2022 年
高产田	2.9	1.4	4.4	4.0
中产田	2.8	3.1	4.2	3.9
低产田	3.0	3.0	4.0	2.8

3.6. 高中低产棉田土壤 pH 值分析

2019~2022 年连续四年,高中低产棉田土壤的 pH 值变化范围为 7.94~8.44,土壤为弱碱性,表明高、中、低产田之间土壤 pH 值差别不大。总体来说,从 2019 年到 2021 年,高中低产棉田土壤 pH 值整体有下降趋势,但是到 2022 年略有增加,虽然在农业生产中,通过一些改良措施暂时降低了土壤酸碱度,但是土壤改良是一个长期过程,需要通过采用物理、化学、生物等改良措施进行综合治理(表 6)。

Table 6. Changes in soil pH in cotton fields
表 6. 棉田土壤 pH 值变化

产量水平	2019 年	2020 年	2021 年	2022 年
高产田	8.22	8.14	7.96	8.30
中产田	8.17	8.12	8.02	8.06
低产田	8.25	8.13	7.94	8.44

4. 讨论

耕地质量是作物单产提升的基石,提升耕地的生产能力,充分挖掘耕地的生产潜力,为实现作物的高产创造了有利条件[9],高质量的耕地即高产田是保障粮食安全的核心[10],因此耕地质量的优劣是决定耕地产能上限的关键因素。我国耕地质量整体偏低,数据表明,全国耕地质量平均等级仅为 4.76 等,中低等耕地面积超过 68% [11]。本试验中,不同产量水平的棉田,土壤有机质含量差别不大,有机质含量最高仅为 13.3 g/kg,总体为较缺乏水平,而且从 2019 年到 2022 年呈逐渐降低的趋势,这表明高产田虽然获得了较高的产量,但是土壤有机质含量整体是缺乏的状态,长此以往,土壤会越来越贫瘠,影响了作物单产提升的可持续性。有研究表明,土壤有机质的缺乏会直接影响土壤基础养分的矿化和供应能力以及土壤结构的稳定性,从而降低耕地的增产潜力[12]。土壤有机质含量影响着土壤肥力的变化,而土壤肥力则决定着作物生产力的[13][14]。因此,通过各种方式提升土壤有机质含量是保证耕地可持续生产的重要因素。本试验中,高产田土壤速效养分指标包括碱解氮、有效磷和速效钾的含量整体高于中低产田,表明适量的化肥投入对于作物的产量的提升起到了重要作用。研究表明,有机肥和化肥配合施用,既能培肥土壤又能提高作物产量[15]。目前,农民习惯施肥方式仍然以化肥为主,有机肥和化肥配合施用得较少,即使施用有机肥,其与化肥配施比例不合理,不能充分发挥有机肥的作用。针对新疆阿拉尔市不同产量水平棉田的土壤养分现状,探究有机肥与化肥合适的配施比例是今后研究的重点。本试验中,不同产量水平的棉田连续四年土壤有效磷含量最高达到 51.4 mg/kg,最低为 30.7 mg/kg,整体处于较丰富及以上水平,建议适当控制磷肥用量,提高磷肥利用率;土壤速效钾含量也呈逐年升高的趋势,在保证作物产量的同时,建议适当减少钾肥用量。

对于不同产量水平的棉田土壤含盐量进行分析,结果表明在连续四年的棉田土壤监测中,从 2021 年开始土壤盐分呈增加趋势,其中 2021 年高产田土壤全盐量最高达到 4.4 g/kg,造成这种现象的原因,可

能是由于连年种植棉花,导致土壤含盐量呈增加趋势,也可能是在大量投入化肥的同时,也增加了盐分。2019~2022年连续四年,高中低产棉田土壤的pH值变化范围为7.94~8.44,土壤为弱碱性。虽然棉花的耐盐碱特性相比于粮食作物比较突出[16],但是新疆阿拉尔市水分蒸发强烈,土壤盐分极易在表层聚集,影响了棉花的生长发育,成为制约棉花产业可持续发展的瓶颈。土壤改良是一个长期过程,需要通过采用物理、化学、生物等改良措施进行综合治理,这也是今后开展研究工作的重点方向。

本研究仅以产量水平的高低划分高中低产棉田,试验结果表明高产棉田也存在着耕地障碍因素,包括土壤有机质含量低,土壤盐碱问题比较突出等,只有提升耕地的生产能力,才能实现真正意义的高产。

5. 结论

1) 2020年和2021年高产田土壤有机质含量均高于中、低产田,而中产田和低产田土壤有机质含量差别不大。从2019年到2022年连续四年阿拉尔高、中、低产田土壤有机质含量呈下降趋势,整体处于较缺乏水平。

2) 从2019年到2022年连续四年高产田土壤碱解氮含量均高于中、低产田,适当增施氮肥能够提高作物的产量。尤其对于中低产棉田来说,增加适量氮肥用量,棉花增产潜力很大。

3) 从2019年到2022年连续四年,阿拉尔高产田土壤有效磷含量要高于中产田和低产田,无论高中低产棉田,土壤中有效磷盈余量均较高。

4) 从2019年到2021年连续三年高产田土壤速效钾含量高于中产田,中产田高于低产田,从2021年开始,高中低产棉田土壤中速效钾的盈余量均较高。

5) 在连续四年的土壤监测中,除了2020年,高中低产棉田土壤全盐量差别不明显,从2021年开始土壤盐分整体呈增加趋势,到2022年略有降低;高中低产棉田土壤的pH值变化范围为7.94~8.44,土壤为弱碱性,高、中、低产田之间土壤pH值差别不大。

本研究对连续四年不同产量水平棉田土壤养分现状进行分析,为本区域内棉田合理施肥提供了数据支撑。前人研究多集中于不同产量水平的棉株在农艺性状和生育进程等方面表现的差异[17],未对土壤养分指标差异进行研究,在今后的工作中,将棉田土壤与植株研究有机结合起来,为进一步提升棉花产量奠定坚实的基础。

基金项目

新疆生产建设兵团第一师阿拉尔市农业农村局本级专项“师市棉田土壤养分动态监测(2022)”。

参考文献

- [1] 申建波,张福锁.水稻养分资源综合管理理论与实践[M].北京:中国农业大学出版社,2006:236-263.
- [2] 曾祥明,韩宝吉,徐芳森,等.不同基础地力土壤优化施肥对水稻产量和氮肥利用率的影响[J].中国农业科学,2012,45(14):2886-2894.
- [3] 王伟,脱丽琴,韩俊伟,等.不同产量水平棉花养分积累特性的研究[J].新疆农垦科技,2015,38(12):6-7.
- [4] 张合理,罗宏海,李璐,等.膜下滴灌高产棉花根、冠生物量累积特性研究[J].棉花学报,2015,27(5):427-434.
- [5] 石全红,王宏,陈阜,等.中国中低产田时空分布特征及增产潜力分析[J].中国农学通报,2010,26(19):369-373.
- [6] 乔玉良.黄土地区高中低产农田成因及遥感分类方法研究——以山西省定襄县为例[J].遥感学报,2002,6(1):70-74.
- [7] 郝燕爽,孙伟.中低产田类型及改良利用技术[J].现代农村科技,2021(11):111-112.
- [8] 刘光崧.土壤理化分析与剖面描述[M].北京:中国标准出版社,1996.
- [9] 温良友,孔祥斌,辛芸娜,等.对耕地质量内涵的再认识[J].中国农业大学学报,2019,24(3):156-164.
- [10] 杜国明,闫佳秋,张娜,等.面向多元主体需求的耕地质量体系新认知[J].农业工程学报,2023,39(1):212-222.

-
- [11] 农业农村部. 2019 年全国耕地质量等级情况公报[EB/OL]. http://www.moa.gov.cn/nybg/2020/202004/202005/t20200506_6343095.htm, 2020-05-06.
- [12] Qiao, L., Wang, X., Smith, P., Fan, J., Lu, Y., Emmett, B., *et al.* (2022) Soil Quality Both Increases Crop Production and Improves Resilience to Climate Change. *Nature Climate Change*, **12**, 574-580.
- [13] 黄耀, 孙文娟. 近 20 年来中国大陆农田表土有机碳含量的变化趋势[J]. 科学通报, 2006, 51(7): 750-763.
- [14] 杨贺平, 赵小静, 孙江军. 近 40 年黑龙江省两大平原土壤有机质时空变化规律[J]. 物探与化探, 2024, 48(4): 1103-1113.
- [15] 曹树钦, 叶世娟, 陈伦寿. 土壤肥力监测与培肥[J]. 中国农业大学学报, 1996(1): 61-66.
- [16] 中国农业科学院棉花研究所. 中国棉花栽培学[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2019.
- [17] 高燕, 赵其波. 新疆有机棉不同产量水平棉田生育进程与群体生育规律研究[C]//中国棉花学会. 中国棉花学会 2011 年年会论文汇编. 乌鲁木齐: 新疆农业科学院经济作物研究所, 2011: 4.