

新疆阿克苏绿洲区硼元素地球化学特征及施肥建议

王磊^{1,2*}, 赵禹^{1,2#}, 赵君^{1,2}, 赵寒森^{1,2}, 王鹏^{1,2}

¹中国地质调查局西安地质调查中心, 陕西 西安

²中国地质调查局西部绿色发展研究院, 陕西 西安

收稿日期: 2022年2月9日; 录用日期: 2022年3月10日; 发布日期: 2022年3月17日

摘要

以1:25万土地质量地球化学调查数据为基础, 对阿克苏河流域硼元素的含量、地球化学分布、异常特征进行了分析研究, 结果表明: 阿克苏地区硼元素最大值为144 mg/kg, 最小值为18 mg/kg, 大部分介于30~75 mg/kg, 占有样品数量的96.34%, 平均含量为51.19 mg/kg, 中值为50.49 mg/kg, 标准差为10.51。以硼元素地球化学质量等级划分, 研究区内一等丰富占7.74%, 二等较丰富占24.63%, 三等中等占42.11%, 四等较缺乏占23.58%, 五等缺乏占1.95%。土壤中硼含量多少与TC、有机质、 TFe_2O_3 、 MgO 、 CaO 、N、P含量呈正相关性, 与 SiO_2 、 Na_2O 含量呈负相关性。硼元素地球化学特征结合研究区地质地貌特征, 发现硼元素通常在耕地质量较好的土壤中含量相对丰富, 而在戈壁区或新开垦的耕地中通常含量相对较低。硼元素含量与耕地土壤主要氧化物含量的相关性研究, 可为后续耕地施硼肥提供参考建议。

关键词

硼元素, 地球化学, 质量等级, 阿克苏河绿洲区

Characteristics of Boron Element Geochemistry and Fertilization Suggestions in Aksu Oasis, Xinjiang

Lei Wang^{1,2*}, Yu Zhao^{1,2#}, Jun Zhao^{1,2}, Hansen Zhao^{1,2}, Peng Wang^{1,2}

¹Xi'an Center of Geological Survey, China Geological Survey, Xi'an Shaanxi

²Western Institute for Green Development, CGS, Xi'an Shaanxi

*第一作者。

#通讯作者。

文章引用: 王磊, 赵禹, 赵君, 赵寒森, 王鹏. 新疆阿克苏绿洲区硼元素地球化学特征及施肥建议[J]. 地球科学前沿, 2022, 12(3): 262-268. DOI: 10.12677/ag.2022.123027

Received: Feb. 9th, 2022; accepted: Mar. 10th, 2022; published: Mar. 17th, 2022

Abstract

Based on the investigation data of 1:250,000 land quality geochemistry, the content, geochemistry distribution and anomaly characteristics of Boron in the Aksu River River basin were analyzed, the maximum value is 144 mg/kg and the minimum value is 18 mg/kg, most of them are between 30~75 mg/kg, accounting for 96.34% of all samples, the average content is 51.19 mg/kg, the median value is 50.49 mg/kg, and the standard deviation is 10.51. According to the grade of Boron Geochemistry, the first grade is 7.74%, the second grade is 24.63%, the third grade is 42.11%, the fourth grade is 23.58%, and the fifth grade is 1.95%. The content of Boron in soil was positively correlated with TC, organic matter, TFe₂O₃, MgO, CaO, N, P, and negatively correlated with SiO₂ and Na₂O. It was found that Boron is generally abundant in the soil with good cultivated land quality, but it is relatively low in the Gobi area or newly cultivated land, according to the geochemistry and geomorphology of the study area. The study on the correlation between the content of Boron Element and the content of main oxides in cultivated soil could provide reference and suggestion for the following application of Boron fertilizer in cultivated land.

Keywords

Boron Element, Geochemistry, Quality Grade, Aksu River Oasis

Copyright © 2022 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

硼是植物生长不可缺少的微量元素之一，它对植物体内的酶类代谢起着重要的调节作用，对与果实中碳水化合物的运转、植物光合作用以及生殖器官的发育都有重要作用。缺硼会使得果实产量、品质下降，严重时还会导致光合作用受阻，开花不结果[1] [2]，譬如甜菜缺硼，会得干腐病，土壤缺硼，亚麻、大麻和苜蓿等植物便会停止生长，甚至死亡。豆科植物缺硼根瘤发展也会受到影响。据有关资料表明，我国缺硼严重，居世界首位。全国第二次土壤普查结果显示，耕地土壤缺硼严重，面积多达 0.33 亿 hm³ [3] [4] [5]。前人也对我国耕地土壤中的硼和农作物的关系进行了大量研究，且主要集中于硼的地球化学特征、有效硼的含量及硼的吸收和转运等方面[6]-[14]。

阿克苏地区是我国重要的棉花产区之一，棉花生长的过程中，硼是不可缺少的微量元素之一。棉花缺硼后将会产生蕾而不花和花而不实现象，从而造成铃重减轻，衣分下降，产量降低，严重影响棉花的产量和品质。多年的生产实践证明，棉花适当喷硼能增加铃重，提高衣分，降低蕾铃脱落率，一般可增产 15%左右[15] [16]。本次根据 1:25 万土地质量地球化学调查数据为基础，采样位置见图 1。研究硼元素在阿克苏绿洲区的丰缺状况、分布特征，了解研究区硼元素的地球化学特征，为研究区的硼元素施肥管理提供建议。

2. 研究区概况及样品采集测试

2.1. 研究区概况

阿克苏河绿洲区位于天山南麓中段，塔里木盆地的西北边缘，东接库车县，西邻柯坪县，北倚汉腾

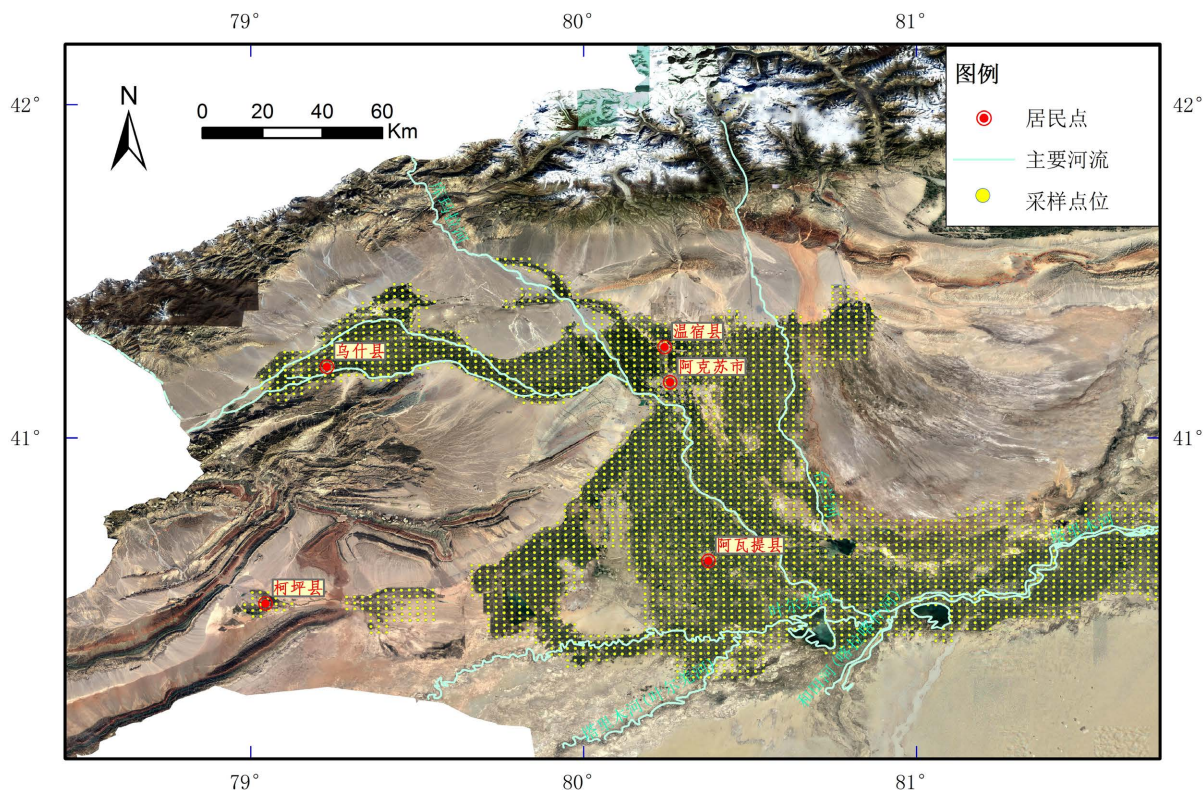


Figure 1. The map of sampling sites in Aksu Oasis, Xinjiang

图 1. 新疆阿克苏绿洲区土壤采样点位图

格里山峰，南望广袤千里的塔克拉玛干大沙漠。南北气候差异较大，北部、西部山区湿润多雨，夏季凉爽，冬季寒冷，高山带四季降雪；平原区干燥，夏季炎热，冬季寒冷；南部沙漠区干燥少雨，多风沙，夏季酷热，冬季干冷。由阿克苏河的支流托什干河河源起，至塔里木河汇河口，阿克苏河总长 200 余千米。阿克苏河水系是该绿洲区的主要水系，它对生态环境起着控制作用，是当地人不可或缺的水源，也是耕地灌溉的主要水源。阿克苏河水系流经乌什县、温宿县、阿克苏市和阿瓦提县，形成的冲洪积平原是耕地的主要分布区，耕地土壤类型主要为灌淤土、潮土和灌耕草甸土为主。绿洲区内农产品种类以经济作物、粮食及林果类为主，果树类有阿克苏苹果、核桃、香梨、大枣等，粮食作物以玉米为主，经济作物以棉花为主，阿克苏的棉花产量占全国的 1/8，占新疆的 1/3，是当地农民增产增收的主要经济作物之一。

2.2. 样品采集与测试

首先依据遥感卫星影像进行样品点位设计，要求布设样品要有代表性和整体均匀性，室内设计 1 点/ km^2 ，实际采样过程中根据地形地貌、土地利用类型、人口聚集情况、污染情况进行相应调整。样品采自 0~20 cm 土壤层，先用长 20 cm 左右的铁锹挖出深 21 cm 的采样坑，在采样坑垂直铲出一个 20 cm 深的断面，然后顺着断面垂直铲出深度约为 20 cm、厚度约为 3 cm 的土块，顺着锹面长方向中线，切去土块两侧，留取中间约 3 cm 宽的土柱，土柱规格为 3 cm × 3 cm × 20 cm。采用“S”或“X”或“△”形采集组合 3~5 个子样点进行等量混合(图 2)，样重大于 1 kg，经清洁棉布样袋编码保存，去除碎石、杂物、植物残体后自然风干，全部样品过 10 目筛，聚乙烯自封袋封装送样。所有样品送样后经实验室研磨、过筛加工至 200 目后进行测试。

样品测试均在新疆维吾尔自治区矿产实验测试研究所完成。B 的分析方法采用 ES-固体缓冲剂-摄谱深孔电极法,方法检出限为 $0.902\ \mu\text{g/g}$ 。方法精密度(RSD/%)为 7.109。 SiO_2 、 CaO 采用荧光光谱法, MgO 采用等离子体光谱法,测试结果及精度均符合相关规范要求。



Figure 2. The sampling method and major agriculture products photographs
图 2. 采样方法示意照片及主要农产品照片

3. B 元素分布与迁移聚集特征

3.1. 土壤 B 元素总体含量特征

对阿克苏绿洲区采集的 3334 组表层土壤样品测试数据进行 Kolmogorov-Smirnov 检验与描述性统计,样品 B 元素含量均有检出,数据符合正态分布(图 3)。

由统计数据可知,阿克苏绿洲区表层土壤硼含量范围为 $17.7\sim 144\ \text{mg/kg}$,大部分介于 $30\sim 75\ \text{mg/kg}$, 占有样品数量的 96.34%,平均含量为 $51.19\ \text{mg/kg}$,中值为 $50.48\ \text{mg/kg}$,标准差为 10.51。参照土地质量地球化学评价规范(DZ/T 0295-2016)划定表层土壤元素地球化学等级,7.74%样品硼元素属一等丰富水平,24.63%样品属二等较丰富水平,42.11%样品属三等中等水平;硼元素四等较缺乏和五等缺乏样品占比则分别为 23.58%和 1.95% (表 1)。

富硼土壤是一个相对概念,目前并无明确定义。我国土壤的硼含量有由北向南、由西向东逐渐降低的趋势。我国土壤中硼的含量范围为痕迹——500 ppm,平均含量为 64 ppm,变幅很大,与土壤类型、环

Table 1. Content grade of boron in Aksu Oasis
表 1. 阿克苏绿洲区土壤硼元素含量等级

土壤硼质量分级(mg/kg)	含量等级	样品数量	样品比例(%)
>65	一等	258	7.74
55-65	二等	821	24.63
45-55	三等	1404	42.11
30-45	四等	786	23.58
0-30	五等	65	1.95

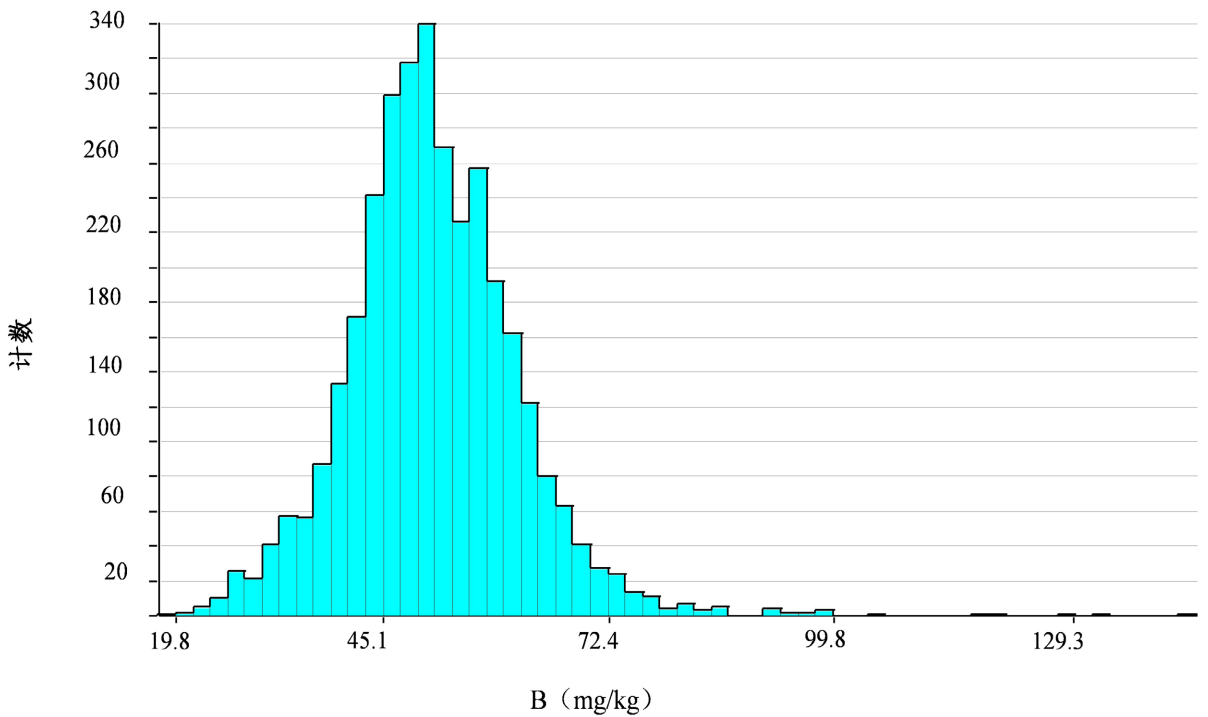


Figure 3. The content histogram of B in Aksu Oasis, Xinjiang
图 3. 阿克苏绿洲区 B 元素含量直方图

境、坡度、成土母质等有关[4]。阿克苏绿洲区土壤中硼元素丰富和较丰富区主要位于温宿县西侧、阿瓦提县南部及北东部地区及其它零星分布地区，硼低值区(缺乏、较缺乏区)主要位于温宿县北部靠近山前地带、五团靠近山前地带、阿克苏市南东侧及阿瓦提县西侧(图 4)。通常戈壁沙漠区的 B 含量较低。阿克苏绿洲区土壤中硼元素含量分布与土壤类型、土地利用类型等关系密切。

3.2. 土壤 B 元素与主量元素含量相关性分析

通过土壤中 B 元素与其它元素/化合物(SiO_2 、 MgO 、TC 和 CaO)的相关性分析(图 5)，可以得出 B 与 SiO_2 含量之间呈明显的负相关性，而与 MgO 、 CaO 、TC 呈正相关性。在 B 含量缺乏区，土壤中的 SiO_2 含量通常较高。 SiO_2 的高含量可由土地沙化引起，尤其研究区北部靠近山前一带，主要为河流冲洪积沙砾，而河流上游发育大面积的中酸性岩体，且有机质含量较低，大部分为新开垦的耕地，B 含量较低，因此，在实际的种植过程中，应更加注意 B 的丰缺程度的研究，合理施肥。在碳酸盐岩地区或有机碳含量较高的地区，B 通常会满足植物所需的量，也就是要注意避免 B 的过量施肥。

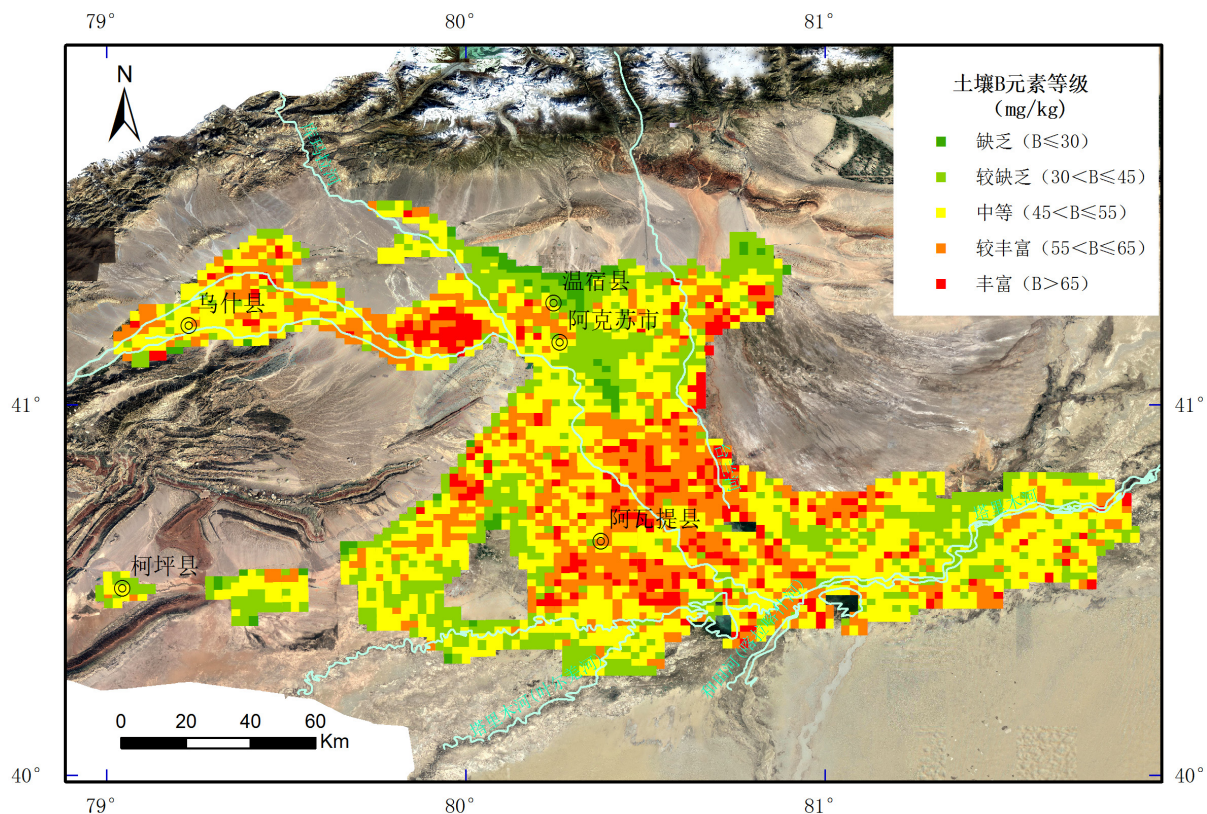


Figure 4. B content distribution of surface soil in Aksu areas
图 4. 阿克苏绿洲区表层土壤 B 元素丰缺程度图

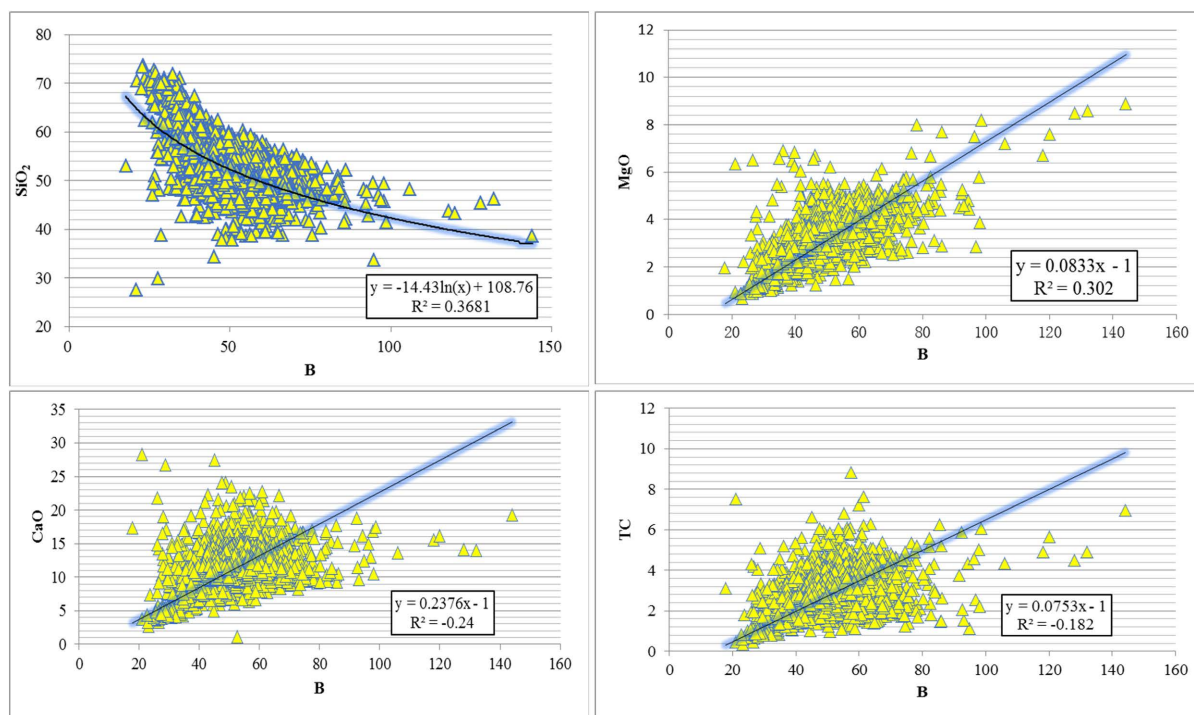


Figure 5. The correlation diagrams of B and SiO₂, MgO, CaO, TC
图 5. B 元素与 SiO₂、MgO、CaO、TC 含量相关性分析图

4. 结论

1) 以阿克苏河流域 1:25 万土地质量地球化学调查数据为基础, 对硼元素的含量、地球化学分布特征进行了分析研究, 研究区硼元素最大值为 144 mg/kg, 最小值为 18 mg/kg, 大部分介于 30~75 mg/kg, 占有所有样品数量的 96.34%, 平均含量为 51.19 mg/kg; 查明了研究区内硼含量分布特征, 其中一等丰富占 7.74%, 二等较丰富占 24.63%, 三等中等占 42.11%, 四等较缺乏占 23.58%, 五等缺乏占 1.95%。

2) 通过硼含量与其它元素的相关性分析, 发现土壤中硼含量多少与 TC、有机质、 TFe_2O_3 、 MgO 、 CaO 、N、P 含量呈正相关性, 与 SiO_2 、 Na_2O 含量呈负相关性。结合研究区地质地貌特征, 发现硼元素通常在耕地质量较好的土壤中含量相对丰富, 而在戈壁区或新开垦的耕地中通常含量相对较低。硼元素含量与耕地土壤主要氧化物含量的相关性研究, 可为后续耕地施硼肥提供参考建议。

参考文献

- [1] 宋健, 张少博, 王英鹏, 李建贵. 不同土壤类型中土壤有效硫、有效硼对灰枣果实品质的影响[J]. 西南农业学报, 2019, 32(2): 373-380.
- [2] 王丽娜, 常旭虹, 王德梅, 陶志强, 王艳杰, 杨玉双, 赵广才. 不同土壤条件下追施硼肥对小麦产量和品质的影响[J]. 作物杂志, 2019(6): 94-98.
- [3] 张玲玲. 大兴安岭北麓区硼的空间分布及主要农作物临界值的确定[D]: [硕士学位论文]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2016: 1-24.
- [4] 刘铮, 朱其清, 唐丽华. 土壤中硼的含量和分布的规律性[J]. 土壤学报, 1989, 26(4): 353-360.
- [5] 刘铮, 朱其清, 唐丽华. 我国缺硼土壤的类型和分布[J]. 土壤学报, 1980, 17(3): 228-239.
- [6] 马彦平, 石磊, 何源. 微量元素铁、锰、硼、锌、铜、钼营养与人体健康[J]. 肥料与健康, 2020, 47(5): 12-17.
- [7] 徐芳森, 王运华. 我国作物硼营养与硼肥施用的研究进展[J]. 植物营养与肥料学报, 2017, 23(6): 1556-1564.
- [8] 王运华, 刘武定, 皮美美. 棉花潜在性缺硼与有效施硼的研究[J]. 中国农业科学, 1985(2): 62-70.
- [9] 王运华, 刘武定, 皮美美. 长江流域棉区土壤有效硼含量及其施用技术[J]. 中国棉花, 1987(5): 29-32.
- [10] 王运华, 刘武定, 皮美美. 我国主要棉区缺硼概况与施肥分区[J]. 华中农业大学学报, 1989, 6(增刊): 153-157.
- [11] Brown, P.H. and Hu, H. (1996) Phloem Mobility of Boron is Species Dependent: Evidence for Phloem Mobility in Sorbitol-Rich Species. *Annals of Botany*, **77**, 497-506. <https://doi.org/10.1006/anbo.1996.0060>
- [12] Canon, P., Aquea, F., de la Guardia, A.R.-H. and Arce-Johnson, P. (2013) Functional Characterization of Citrus Macrophylla BOR1 as a Boron Transporter. *Physiol Plant*, **149**, 329-339. <https://doi.org/10.1111/ppl.12037>
- [13] Dordas, C. and Brown, P.H. (2001) Evidence for Channel Mediated Transport of Boric Acid in Squash (*Cucurbita pepo*). *Plant Soil*, **235**, 95-103. <https://doi.org/10.1023/A:1011837903688>
- [14] Hanaoka, H., Uruguchi, S., Takano, J. and Fujiwara, T. (2014) OsNIP3;1, a Rice Boric Acid Channel, Regulates Boron Distribution and Is Essential for Growth under Boron-Deficient Conditions. *The Plant Journal*, **78**, 890-902. <https://doi.org/10.1111/tpj.12511>
- [15] 张玉凤, 刘明美, 滕国胜. 沧州市缺硼棉田喷硼效应探讨[J]. 中国棉花, 2000(2): 43.
- [16] 金立新, 唐金荣, 刘爱华, 汤奇峰, 杨忠芳, 陈德友, 刘应平, 李忠惠. 成都地区土壤硼元素含量及其养分管理建议[J]. 第四纪地质研究, 2005, 25(3): 363-369.