

李 琴, 苏天明, 王日升, 等. 广西设施栽培土壤次生盐渍化调查及其影响因子分析[J]. 江苏农业科学, 2016, 44(11): 492–494.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.11.141

广西设施栽培土壤次生盐渍化调查及其影响因子分析

李 琴¹, 苏天明¹, 王日升², 何 忠³, 王 萌², 秦 芳¹, 苏利荣¹, 吴 星², 赵 虎²

(1. 广西农业科学院农业资源与环境研究所, 广西南宁 530007; 2. 广西农业科学院蔬菜研究所, 广西南宁 530007;
3. 广西农业科学院, 广西南宁 530007)

摘要:调查了广西设施土壤盐渍化程度, 分析其类型、成因及其影响因子, 以期为土壤盐渍化治理提供理论指导。结果表明, 广西设施土壤主要以轻盐渍土和微盐渍土为主, 分别占 36.36% 和 45.45%, 属于 SO_4^{2-} 类型盐渍化土壤; 土壤肥力水平总体偏高, 其中速效磷、速效钾含量极高, 呈弱酸性; 土壤可溶性盐与电导率、速效 N、速效 K 呈极显著正相关, 与 SO_4^{2-} 呈显著正相关。可见, 广西的设施土壤属于轻微硫酸基型盐渍化土壤, 氮钾肥施用过量可能是导致土壤盐渍化的最主要原因之一, 土壤 EC 值、速效氮、速效钾含量都可作为盐渍化程度的预测指标, 建议减少施肥量或进行盐渍化治理。

关键词: 土壤; 次生盐渍化; 调查; 影响因子

中图分类号: S343.4; S156.4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)11-0492-03

我国设施栽培在蔬菜和其他重要经济作物种植中得到了大面积推广应用, 其栽培面积及总产量均居世界首位, 取得了良好的社会效益和经济效益^[1-2]。广西设施栽培兴起于 20 世纪 90 年代后期, 主要分布在南宁、柳州、北海、防城、崇左、百色、来宾等市^[3], 2001 年广西设施栽培蔬菜面积约 600 hm^2 ^[4], 2005 年为 1 326.7 hm^2 , 2009 年为 16 533.3 hm^2 , “十二五”末预计达 20 000 hm^2 ^[5], 设施蔬菜已成为广西高效农业发展的重要标志。由于设施蔬菜生产收益相对较高, 为获得更大的经济效益, 进行长期连续的栽培, 一年四季几乎没有休闲期, 且往往盲目投入的养分量大大超过作物需求量, 再加上由于设施环境的封闭性^[1-2]、不合理灌溉和管理不当等原因, 使土壤出现次生盐渍化。广西设施大棚基质已出现盐渍化现象, 影响了各种棚栽作物生长, 经济效益逐年下降^[3]。

设施蔬菜地土壤可溶性盐分含量过量已成为设施蔬菜生长的主要限制因子^[6], 与蔬菜地次生盐渍化土有关的盐分离子组成包括八大离子 (HCO_3^- 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 NO_3^- 、 Ca^{2+} 、 K^+ 、 Mg^{2+} 、 Na^+)^[7]。杨春霞等的研究表明, 进行设施栽培后, 土壤中的 Cl^- 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-} 、 Na^+ 、 Ca^{2+} 均有不同程度的累积, Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 Na^+ 和 Ca^{2+} 是造成土壤次生盐渍化的主要离子^[8]。朱萍等的研究显示, 土壤水溶性盐离子组成从建棚初期以 HCO_3^- 为主转变为以 NO_3^- 、 SO_4^{2-} 为主, 且土壤含盐量与 NO_3^- 、 SO_4^{2-} 、 Mg^{2+} 、 Ca^{2+} 呈极显著正相关, 土壤次生盐渍

化形成过程与耕作施肥等人为控制因素密切相关^[9-10]。

本研究调查广西设施大棚土壤的盐分及养分状况, 通过分析可溶性盐与土壤养分及盐离子的相关性揭示其主要影响因子, 为设施土壤次生盐渍化的防治及科学施肥提供理论依据, 促进广西设施栽培的可持续发展。

1 研究区概况

广西介于 $104^\circ 26' \sim 112^\circ 04' \text{E}$ 、 $20^\circ 54' \sim 26^\circ 20' \text{N}$ 之间, 属于亚热带季风气候, 全年气候温暖, 年平均气温在 16.5 ~ 23.1 $^\circ\text{C}$ 之间, 全区约 65% 的地区年平均气温在 20 $^\circ\text{C}$ 以上; 广西各地 $\geq 10^\circ\text{C}$ 积温在 5 000 ~ 8 300 $^\circ\text{C}$ 之间, 是全国积温最高的省区之一, 年日照时数 1 169 ~ 2 219 h, 各地年降水量为 1 080 ~ 2 760 mm, 大部分地区在 1 300 ~ 2 000 mm 之间, 桂南全年无霜, 南部沿海是砖红壤, 中部大部分为赤红壤, 北部大部分为红壤类型。

2 材料与方法

2.1 样品采集

于 2014 年 11—12 月, 在广西南宁市(桂中)、柳州市(桂北)、宜州市(桂北)、北海市(桂南)选取了 22 个温室大棚, 采用“X”形 5 点采样法, 采取表层土壤(0 ~ 20 cm), 最后按四分法取混合土 1 kg, 室内风干, 磨碎、过筛(0.2 mm)后保存待测。

2.2 测定方法及盐渍化程度分级方法

土壤测定方法如下, 全氮: 采用 GB 7173—1987 中的方法; 速效氮: 采用《土壤分析技术规范》中的碱解扩散法; 速效磷: 采用 NY/T148—1990 中的方法; 速效钾: 采用《土壤分析技术规范》中乙酸铵提取—火焰光度法; 有机质: 采用 NY/T 1121.6—2006 中的方法; pH 值: 采用《土壤分析技术规范》中的电位法; 电导率(EC)测定采用电导仪测定法(水土比为 5:1); 可溶性盐、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 HCO_3^- 、CEC 参照鲁如坤的方法^[11]。

收稿日期: 2015-11-04

基金项目: 广西科学研究与技术开发计划(编号: 桂科合 15104001-25); 广西农业科学院基本科研业务专项(编号: 2015YT34); 南宁市科学研究与技术开发计划(编号: 20142311)。

作者简介: 李 琴(1984—), 女, 湖南常德人, 硕士, 助理研究员, 主要从事土壤肥料和土壤改良方面的研究。E-mail: lixuanqin@126.com。

通信作者: 苏天明, 博士, 副研究员, 主要从事土壤肥料和植物营养方面的研究。E-mail: sutianming04@126.com。

2.3 数据处理

用 SPSS 20.0 进行相关性分析。

3 结果与分析

3.1 广西设施土壤盐渍化情况

所调查的 22 个设施土壤可溶性盐含量及相关指标如表 1 所示,参照梅旭荣的盐渍化程度分级方法^[12],将广西设施

大棚土壤次生盐渍化程度进行分级(表 2)。从表 2 可以看出,土壤盐渍化现象较普遍,80% 以上的土壤呈微盐渍化或轻度盐渍化,微盐渍土、轻度盐渍土分别占 45.45%、36.36%,其中宜州马山塘的可溶性盐含量最高,达到 0.474%;按区域来分,盐渍化较严重的地区有南宁、宜州、北海,40% 以上土壤呈现出轻微盐渍化污染状态。

表 1 土壤样品盐分分析

| 采样地点 | 可溶性盐 (%) | 电导率 (μS/cm) | Cl ⁻ (mg/kg) | SO ₄ ²⁻ (mg/kg) | HCO ₃ ⁻ (mg/kg) |
|-----------------|-------------|----------------|----------------------------|--|--|
| 广西农科院南宁市西乡塘基地 1 | 0.316 | 577.5 | 75.08 | 560 | 痕量 |
| 广西农科院南宁市西乡塘基地 2 | 0.345 | 668.0 | 34.40 | 840 | 痕量 |
| 广西农科院南宁市西乡塘基地 3 | 0.411 | 773.0 | 46.93 | 500 | 痕量 |
| 南宁市里建基地 1 | 0.118 | 124.4 | 6.26 | 40 | 痕量 |
| 南宁市里建基地 2 | 0.131 | 164.2 | 18.77 | — | 痕量 |
| 南宁市马铃镇 | 0.148 | 407.0 | 13.77 | 340 | 痕量 |
| 南宁市云表镇 1 | 0.249 | 568.0 | 35.66 | 580 | 痕量 |
| 南宁市云表镇 2 | 0.120 | 411.2 | 6.26 | 240 | 痕量 |
| 横县马岭镇 | 0.202 | 530.0 | 35.66 | 580 | 痕量 |
| 柳州市石碑坪镇 1 | 0.130 | 332.0 | 209.61 | 220 | 痕量 |
| 柳州市石碑坪镇 2 | 0.135 | 381.0 | 147.66 | 580 | 痕量 |
| 柳州市石碑坪镇 3 | 0.010 | 236.5 | 12.51 | 380 | 痕量 |
| 柳州市石碑坪镇 4 | 0.010 | 248.5 | 50.05 | 140 | 痕量 |
| 宜州市马草坡 | 0.188 | 494.5 | 15.64 | 1 730 | 痕量 |
| 宜州市洛西镇 1 | 0.129 | 349.0 | 56.31 | 580 | 痕量 |
| 宜州市洛西镇 2 | 0.215 | 489.0 | 107.00 | 530 | 痕量 |
| 宜州马山塘 | 0.474 | 1 039.5 | 200.22 | 790 | 痕量 |
| 北海市平阳镇 1 | 0.010 | 181.8 | 12.51 | 120 | 痕量 |
| 北海市平阳镇 2 | 0.010 | 341.4 | 5.00 | 100 | 痕量 |
| 北海市平阳镇 3 | 0.131 | 283.5 | 20.65 | 410 | 痕量 |
| 北海市平阳镇 4 | 0.265 | 538.0 | 62.57 | 1 080 | 痕量 |
| 北海市平阳镇 5 | 0.102 | 534.0 | 12.51 | 380 | 痕量 |
| 平均值 | 0.175 | 439.6 | 53.86 | 490 | 痕量 |

表 2 广西设施土壤盐渍化程度占比

| 盐渍化等级 | 含盐量 (%) | 比例 (%) |
|-------|-----------|--------|
| 非盐渍土 | < 0.1 | 18.18 |
| 微盐渍土 | 0.1 ~ 0.2 | 45.45 |
| 轻度盐渍土 | 0.2 ~ 0.5 | 36.36 |
| 中度盐渍土 | 0.5 ~ 0.8 | 0 |
| 重度盐渍土 | 0.8 ~ 1.0 | 0 |
| 盐土 | > 1.0 | 0 |

3.2 广西设施土壤综合肥力评价与分析

根据全国第 2 次土壤普查的综合肥力分级标准^[13]和鲁剑巍等对 pH 值的分级标准^[14],土壤全氮、速效氮、速效磷、速效钾、有机质、pH 值的适宜值分别为 0.075% ~ 0.15%、60 ~ 120 mg/kg、4 ~ 20 mg/kg、50 ~ 150 mg/kg、10 ~ 30 g/kg、6.5 ~ 7.5。表 3 的数据表明,广西设施土壤全氮含量适宜,速效 N 含量丰富(高于适宜值上限 25%),速效 P 含量极高(为适宜值上限的 4 倍以上),速效 K 含量极高(为适宜值上限的 2 倍以上),有机质含量中等,略低的 pH 值显示土壤偏酸。这与前人的调查结果^[15-17]相类似。

广西设施土壤的肥力过高,这可能与长期的过量施肥和不合理的管理措施有关。秦巧燕等研究表明,单位面积大棚

土壤肥料的投入量为大田的 4 ~ 10 倍,为蔬菜带走量的 2 ~ 10 倍^[18],本研究结果与之类似。设施栽培大量肥料的投入超出了作物的养分吸收能力,不仅使得氮磷养分在土壤中大量累积,也造成了设施土壤次生盐渍化现象日趋严重,对蔬菜作物的正常生长产生了严重的影响,由调查结果可以看出,广西设施栽培的施肥量大大超过了作物的实际吸收量,残留在土壤中的养分变成盐分离子的主要来源,设施土壤次生盐渍化程度逐渐加深。

3.3 可溶性盐含量的主要影响因子

可溶性盐含量与土壤电导率、速效 N、速效 P、速效 K、Cl⁻、SO₄²⁻、CEC 的相关系数分别为 0.883**、0.628**、0.252、0.794**、0.411、0.503*、0.310,除速效 P、Cl⁻、CEC 外,电导率、速效 N、速效 K、SO₄²⁻都与可溶性盐存在显著或极显著正相关。说明氮钾肥的施用与盐分离子的增加呈线性相关,硫酸钾是农民常用的钾肥类型。

4 结论

调查的 22 个广西设施土壤,80% 以上出现轻微或轻度盐渍化现象,属于轻微硫酸基型盐渍化土壤;土壤肥力总体较高,尤其是磷、钾养分含量极高,土壤偏酸;土壤可溶性盐与电导

表 3 土壤样品基本养分分析

| 采样地点 | 全 N (%) | 速效 N (mg/kg) | 速效 P (mg/kg) | 速效 K (mg/kg) | 有机质 (g/kg) | pH 值 |
|-----------------|------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------|------|
| 广西农科院南宁市西乡塘基地 1 | 0.193 | 212 | 152.6 | 376.0 | 44.9 | 6.51 |
| 广西农科院南宁市西乡塘基地 2 | 0.156 | 186 | 157.7 | 483.4 | 30.2 | 6.40 |
| 广西农科院南宁市西乡塘基地 3 | 0.195 | 273 | 198.0 | 643.8 | 35.6 | 6.02 |
| 南宁市里建基地 1 | 0.071 | 38 | 6.8 | 37.6 | 9.3 | 6.85 |
| 南宁市里建基地 2 | 0.104 | 114 | 98.8 | 132.6 | 14.9 | 6.69 |
| 南宁市马铃镇 | 0.145 | 178 | 103.0 | 462.0 | 36.0 | 4.26 |
| 南宁市云表镇 1 | 0.190 | 252 | 111.0 | 651.0 | 42.4 | 5.40 |
| 南宁市云表镇 2 | 0.109 | 116 | 82.0 | 353.0 | 24.8 | 6.50 |
| 横县马岭镇 | 0.144 | 147 | 44.0 | 651.0 | 37.2 | 5.76 |
| 柳州市石碑坪镇 1 | 0.057 | 119 | 23.0 | 134.0 | 10.6 | 5.45 |
| 柳州市石碑坪镇 2 | 0.100 | 135 | 21.0 | 570.0 | 26.0 | 5.46 |
| 柳州市石碑坪镇 3 | 0.101 | 102 | 31.0 | 137.0 | 25.8 | 5.80 |
| 柳州市石碑坪镇 4 | 0.104 | 105 | 91.0 | 106.0 | 23.3 | 6.72 |
| 宜州市马草坡 | 0.073 | 79 | 42.0 | 624.0 | 17.9 | 6.65 |
| 宜州市洛西镇 1 | 0.131 | 150 | 53.0 | 100.0 | 28.4 | 6.89 |
| 宜州市洛西镇 2 | 0.180 | 198 | 98.0 | 462.0 | 34.2 | 6.65 |
| 宜州马山塘 | 0.093 | 144 | 12.0 | 124.0 | 13.6 | 5.05 |
| 北海市平阳镇 1 | 0.058 | 87 | 122.0 | 117.0 | 12.1 | 5.30 |
| 北海市平阳镇 2 | 0.065 | 91 | 109.0 | 104.0 | 13.7 | 5.37 |
| 北海市平阳镇 3 | 0.083 | 119 | 83.0 | 140.0 | 18.1 | 5.40 |
| 北海市平阳镇 4 | 0.168 | 248 | 142.0 | 399.0 | 43.4 | 5.40 |
| 北海市平阳镇 5 | 0.179 | 200 | 151.0 | 219.0 | 44.8 | 5.53 |
| 平均值 | 0.123 | 150 | 87.8 | 364.8 | 26.7 | 5.91 |

率、速效 N、速效 K 呈极显著正相关,与 SO_4^{2-} 呈显著正相关。氮肥和硫酸钾施用过多是导致土壤盐渍化的直接原因,建议减少氮钾肥的施肥量或及时采取必要的盐渍化防治措施。

参考文献:

[1]余海英,李廷轩,周健民,等. 设施土壤盐分的累积、迁移及离子组成变化特征[J]. 植物营养与肥料学报,2007,13(4):642-650.

[2]张真和,李建伟. 我国设施蔬菜产业的发展态势及可持续发展对策探讨[J]. 沈阳农业大学学报,2000,31(1):4-8.

[3]李富山,陈振东. 广西塑料大棚基质栽培次生盐渍化的发生与对策探讨[J]. 农技服务,2010,27(6):746-747,818.

[4]何秋芳,张 征,覃程辉,等. 广西的气候特点与大棚蔬菜栽培[J]. 广西农业科学,2001(5):264-265.

[5]何 志,董文斌,覃 挺,等. 广西大棚蔬菜高效栽培新模式探索[J]. 南方农业学报,2014,45(2):274-277.

[6]内海修一. 保护地园艺:环境与作物生理[M]. 北京:农业出版社,1984:50-52.

[7]李学垣. 土壤化学[M]. 北京:高等教育出版社,2001:211.

[8]杨春霞,张 艳,李彩虹,等. 宁夏设施土壤盐分离子组成及含量变化特点[J]. 西北农业学报,2014,23(1):201-206.

[9]朱 萍,顾艾节,周士良,等. 上海市奉贤区设施菜地土壤盐渍化研究[J]. 上海农业学报,2014,30(2):100-103.

[10]余海英,李廷轩. 辽宁设施栽培土壤盐分累积变化规律研究[J]. 水土保持学报,2005,19(4):80-83.

[11]鲁如坤. 土壤农业化学分析方法[M]. 北京:中国农业科学技术出版社,2004:87-93.

[12]梅旭荣. 中国农业环境[M]. 北京:科学出版社,2011:513-530.

[13]朱春娆,苏恒强. 基于熵权系数土壤肥力评价方法的研究[J]. 广东农业科学,2013,40(15):200-202,217.

[14]鲁剑巍,熊建平,陈 防,等. 湖北省桑园养分状况研究 I. 土壤养分含量及丰缺分级[J]. 湖北农业科学,2003(6):45-49.

[15]焦晓燕,王立革,张东玲,等. 山西省日光节能温室蔬菜施肥现状、存在问题及建议[J]. 山西农业科学,2010,38(4):37-41.

[16]孙旭霞,王宏宇,薛玉花,等. 廊坊市大棚蔬菜施肥现状及养分平衡研究[J]. 安徽农业科学,2009,37(20):9440-9441.

[17]高峻岭,宋朝玉,黄绍文,等. 青岛市设施蔬菜施肥现状与土壤养分状况[J]. 山东农业科学,2011(3):68-72.

[18]秦巧燕,贾陈忠,同延安,等. 设施农业表层土壤盐分状况分析[J]. 现代农业科技,2006(12):87-89.