

DOI:10.7524/j.issn.0254-6108.2013.06.030

寿光大棚蔬菜生产基地土壤地球化学元素调查*

周娟¹ 王仁卿² 郭卫华^{2**} 王强² 王炜² 庞绪贵³ 战金成³ 代杰瑞³

(1. 济南军区联勤部疾病预防控制中心, 济南, 250014; 2. 山东大学生命科学院, 济南, 250100;
3. 山东省地质调查研究院, 济南, 250013)

地球化学元素是万物生长的基础物质. 20世纪90年代以来, 随着快速精确的仪器分析方法和计算机技术的迅速发展, 勘查地球化学在国际上正不断拓宽应用领域, 世界各国相继开展了区域地球化学的调查与研究. 寿光市在山东省北部, 小清河下游, 渤海莱州湾西南岸, 跨东经 118°32′—119°10′, 北纬 36°41′—37°19′. 寿光蔬菜闻名全国, 是我国最大的商品蔬菜生产基地和集散中心. 有关寿光蔬菜的种植管理、栽培技术及种子和品种优选与改良等方面已经取得很大成效, 但作为与蔬菜生长发育、产量和品质具有重要相关性的区域土壤环境尚不很清楚, 因此, 有必要开展寿光蔬菜种植区土壤环境研究.

本文主要对寿光蔬菜种植区土壤中有机碳、N、P、F、V、Zn、Co、Mo、Mn、Se、B、Cr、Cd、Cu、Pb、Sb、Hg、As 等在内的 26 种地球化学元素及 pH、水分共 28 个指标的含量及分布特征进行研究, 以查清寿光大棚蔬菜生产基地土壤元素丰缺情况, 并对农业生产、土地合理使用及规划、污染土壤的治理提供科学依据.

1 材料与方 法

1.1 土壤采集

样品收集于 2005 年 9 月, 此时地上植物生长旺盛, 土壤生物活跃. 控制面积 1000 km², 剖面长 20 km, 选择 21 个研究地点. 利用 GPS 定位技术, 按由西向东确定一条贯穿寿光的 20 km 的样带, 每隔 1 km 确定 1 个样地进行土壤采集, 按照大棚内外的顺序依次采样. 21 个样品中 14 个样品来自大棚外, 7 个来自大棚内土壤. 在采样点周围 50 m 范围内等量采集 3—5 点土壤组成一件样品. 采样深度 0—20 cm, 采样时除去土壤表面杂物, 并弃去动、植物残留体, 砾石、肥料团块等, 装入干净布袋, 样品原始重量大于 1000 g. 采集土壤时注意选取本地自然土, 避开工地, 建筑物等可能含有外来土的地方.

1.2 分析方法

地球化学元素浓度测定—土壤样品前处理由山东省地质调查院负责, As、B、Cd、Co、Cr、Cu、F、Hg、Mn、Mo、Ni、P、Pb、V、Zn、Se、N、S、SiO₂、Al₂O₃、Fe₂O₃、MgO、CaO、Na₂O 和 K₂O 的浓度由武汉综合岩矿测试中心按照《多目标区域地球化学调查规范(1:250000)》规定的标准方法进行测定. 具体方法如下: As、Hg、Se: 原子荧光法; B、Pb: 发射光谱法; Co、Mn、Ni、V、TF₂O₃、MgO、CaO: 等离子体光谱法; Cr、Cu、P、Zn、SiO₂、Al₂O₃、Na₂O、K₂O: X 荧光法; Cd: 火焰原子吸收法; F: 离子选择电极法; Mo: 极谱法; N: 蒸馏法; S: 燃烧法. 水分测定: 烘干法; pH: 电位法. 有机碳(C_{org}): 热重铬酸钾-容量法.

1.3 数据处理

所有数据都转化为干土值. 地球化学元素总的特征利用描述性统计分析, 包括最小值、最大值、平均值、中间值、标准差等. 两种不同类型之间的比较采用独立样本 *t*-检验. 所有相关性皆基于 Spearman 非参数相关分析. 不同样品之间的多聚变量分析采用主成分分析(PCA), 数据基于相关矩阵. 所有统计分析使用的是 STATISTICA6.0 软件.

2 结果与讨论

2.1 寿光表层土壤地球化学元素特征

调查结果显示寿光土壤 As、Cd、Cr、Cu、Hg、Ni、Pb、Zn 平均含量分别为 7.6、0.2、78.7、25.3、0.0、34.6、22.7、73.6 mg·kg⁻¹, 只有在部分样地中 Cd、Cr、Ni、Zn 元素含量超过国家土壤环境质量标准, 且 Cd、Cr、Zn 含量超标的多发生在大棚内. C(org)、N、K₂O 最高含量达到 1.97%、0.3%、2.7%, P 最大值为 5386.0 mg·kg⁻¹, 皆来之大棚内土壤. 调查结果表明寿光市蔬菜种植区土壤洁净, 重金属污染相对轻微, 其平均含量皆未超过国家土壤环境质量标准限值, 从区域地球化学背景上分析对生产绿色无公害蔬菜非常有利.

2012 年 8 月 29 日收稿.

* 国家自然科学基金项目(50972081, 31270374)资助.

** 通讯联系人, E-mail: guo_wh@yahoo.com

2.2 大棚内外土壤化学元素比较

寿光大棚内外部分地球化学元素存在显著差异. 如大棚内 C(org)、N、P、S、F、Mo、Zn 含量均显著高于大棚外. 而 SiO₂ 含量大棚内明显小于大棚外. 其余元素之间并无显著性差异. 农田改作菜地特别是塑料大棚蔬菜栽培, 不仅改变了土壤的小气候环境(如温度、湿度、通风和降水等), 而且也影响到土壤理化性质. 本研究中寿光大棚内外土壤有机质含量存在显著差异, 大棚内土壤有机质平均含量为 12.4 g·kg⁻¹, 而大棚外仅为 9.7 g·kg⁻¹, 大棚内显著高于大棚外($P < 0.01$). 很显然, 人们对大棚菜地的集约化经营和有机肥的大量投入, 是导致其有机质含量大于大田土壤的主要原因. 本研究中大棚内 P、N、S 含量均显著高于大棚外. 据调查, 研究区大棚菜地中历年施用的化肥主要为磷酸二氢铵、尿素和过磷酸钙等, 有机肥主要是畜禽粪便. 近年来随着肥料供应等因素的改变, 所施用的化肥主要为氮磷钾复合肥, 年均投入量 10.6 t·hm⁻²·a⁻¹, 最高为 38.9 t·hm⁻²·a⁻¹, 有机肥的平均施用量达到 207.2 t·hm⁻²·a⁻¹ (以鲜重计)^[1]. 常年的高养分投入最终使得大棚内有机质与氮磷含量显著高于大棚外土壤.

寿光地区不同土样的 26 种地球化学元素及 pH、水分共 28 个指标的主成分分析(PCA)结果显示, 主成分一(PC1)在所有变量中的贡献值为 38.56%, 主成分二(PC2)的相对贡献值为 19.84%. PC1 主要受 N、S、Al₂O₃、As、Mo、Mn、K₂O、C(org)、Zn、P 及 F 的影响, PC2 主要受 TFe₂O₃、MgO、V、Co 及 Ni 的影响. 大棚内土样在 PCA 图上较为分散, 而大棚外土样较为集中. 该结果显示寿光农田土壤地球化学性质随种植模式不同存在差异.

大棚内土样在 PCA 图上分布较为分散, 而大棚外土样较为集中, 说明不同的大棚之间土壤地球化学环境差异较大. 大棚外土壤地球化学环境差异大, 可能是由于棚内种植的蔬菜品种, 施肥, 杀虫剂的应用等存在较大差异造成. 本研究中影响主成份一的化学元素主要是 N、S、Al₂O₃、As、Mo、Mn、K₂O、C(org)、Zn、P 等, 而这些元素受人工施肥影响较大. 大棚作为独立的生态环境更容易受到各种人为因素的干扰, 从而导致大棚之间地球化学环境差异较大.

以往研究发现在陕西省杨凌区 1—6 年与 2—7 年的大棚中, 土壤有机质、全氮、全磷、全钾、碱解氮、速效磷、速效钾等含量均比同区位农田有所增加, 而土壤 pH 值下降明显^[2]. 寿光大棚内土壤的 pH 值虽有所下降, 但在 $P < 0.05$ 范围内还未达到显著水平, 与大棚外土壤相比酸化程度并不是很严重. 黑龙江哈尔滨市郊棚室土壤有机质含量是露地菜田的 1—3 倍, 土壤全氮量是露地菜田的 1—3 倍, 速效磷是露地菜田的 5—10 倍, 碱解氮为露地菜田的 2—3 倍, 但有效钾有降低的趋势^[3]. 本研究中, 山东寿光大棚内 C(org)、P、N、S 含量均显著高于大棚外, 也应是长期人为施用精有机肥和高效 N、P 复合肥的结果. 有报道寿光市南部设施菜地存在养分投入不平衡的问题, 即氮、磷施用比例较高、钾肥比例较低. 氮、磷及有机质等养分的过量施用, 不仅造成了养分的浪费, 也直接影响蔬菜的产量与品质, 并会对环境带来潜在威胁. 本研究中, 尽管寿光土壤整体较好, 重金属污染并不明显, 但 Cd、Cr、Zn 含量超标多发生在大棚内, 应引起注意. 对于寿光绿色蔬菜生产基地, 土壤保护至关重要, 特别是各种肥料的施用, 一定要做到结合实际、合理使用.

本研究主要是对寿光大棚蔬菜生产基地的地球化学元素进行了调查, 分析的是土壤全样. 而土壤基质是由不同比例的、粒径粗细不一、形状和组成各异的颗粒组成. 土壤的粒径分布也影响着土壤的水力特性、土壤肥力状况以及土壤侵蚀等. 不同粒径效应对土壤重金属的污染也存在不同. 由于大棚内外土壤颗粒粒径的大小必然存在一些差异, 而这些差异很可能导致有机和无机元素组成的差异. 因此在以后的研究中, 有必要进一步对土壤粒径进行研究, 以便对农业生产做出科学指导.

3 结论

通过对寿光大棚生产基地土壤地球化学元素的研究, 发现寿光市蔬菜种植区重金属污染不明显, 只有在部分样地中 Cd、Cr、Ni、Zn 元素含量超过国家土壤环境质量标准. 寿光大棚内外部分地球化学元素存在显著差异. 大棚内土壤有机质平均含量为 12.4 g·kg⁻¹, 而大棚外仅为 9.7 g·kg⁻¹. 大棚内 C(org)、N、P、S、F、Mo、Zn 含量均显著高于大棚外. 主成分分析(PCA)显示不同的大棚之间土壤地球化学环境差异较大. 大棚外土壤地球化学环境差异大.

关键词: 土壤, 地球化学元素, 大棚, 寿光.

参 考 文 献

- [1] 曾希柏, 白玲玉, 李莲芳, 等. 山东寿光不同利用方式下农田土壤有机质和氮磷钾状况及其变化[J]. 生态学报, 2009, 29(7): 3737-3746
- [2] 赵小宁, 吕家珑, 柏延芳, 等. 不同种植年限蔬菜日光温室土壤养分与生物活性研究[J]. 干旱地区农业研究, 2006, 24(3): 54-59
- [3] 邢宇俊, 程智慧, 周艳丽, 等. 保护地蔬菜连作障碍原因及其调控[J]. 西北农业学报, 2004, 13(1): 120-123