

# 蔬菜保护地土壤 DTPA 浸提态铁锰铜锌含量状况研究

姜 勇<sup>1</sup>, 梁文举<sup>1</sup>, 张玉革<sup>2</sup>, 王 朋<sup>1</sup>, 闻大中<sup>1</sup>

(1. 中国科学院沈阳应用生态研究所, 辽宁 沈阳 110016; 2. 沈阳市农业技术推广站, 辽宁 沈阳 110034)

**摘 要:** 采用野外采样及室内分析方法, 对沈阳市郊区蔬菜保护地与露地土壤中 DTPA - Fe、Mn、Cu、Zn 含量状况进行对比研究。结果表明, 蔬菜保护地土壤中的 DTPA - Fe、Cu、Zn 含量明显高于露地土壤, DTPA - Mn 含量则明显低于露地土壤。部分保护地土壤已达到对蔬菜生产造成不同程度 Cu、Zn 污染的状况。导致 Fe、Cu、Zn 含量升高和 Mn 含量降低的主要原因是大量有机肥料的投入改变了元素的含量状况, 保护地土壤特殊的水、肥、气、热和生物因子影响了元素各形态间的转化。农药的大量施用也导致了蔬菜保护地土壤中 Cu、Zn 的富集。

**关键词:** 土壤; 铁; 锰; 铜; 锌; 保护地; 蔬菜

**中图分类号:** S131      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1672-2043(2003)06-0700-04

## Status of DTPA - Extractable Fe, Mn, Cu and Zn Contents in Vegetable in Greenhouse Soils

JIANG Yong<sup>1</sup>, LIANG Wen-ju<sup>1</sup>, ZHANG Yu-ge<sup>2</sup>, WANG Peng<sup>1</sup>, WEN Da-zhong<sup>1</sup>

(1. Institute of Applied Ecology, Chinese Academy of Sciences, Shenyang 110016, China; 2. Shenyang Agro - Technique Extension and Service Center, Shenyang 110034, China)

**Abstract:** A comparative study on soil DTPA - extractable Fe, Mn, Cu and Zn contents in both vegetable greenhouse and cultivated soils was conducted in Shenyang suburbs, China, in order to explore the changes of micronutrients in soils under greenhouse vegetable cultivation. The results showed that DTPA - extractable Fe, Cu and Zn contents in greenhouse soils were higher than that in cultivated soils, while DTPA - extractable Mn content in greenhouse soils were generally lower than that in cultivated soils. Part of the greenhouse soils has reached the Cu and Zn pollution limit to vegetable production. Main reasons for Fe, Cu, and Zn increase and Mn decrease were attributed to the changes of element contents by high input of manure into soils, and the elemental forms are changed by the factors of moisture, fertility, atmosphere, temperature and biomass activity in greenhouse soils, while a lot of application of pesticide may also result in the increase of Cu and Zn contents in the greenhouse soils.

**Keywords:** soil; iron; manganese; copper; zinc; greenhouse; vegetables

蔬菜保护地与露地的土壤环境条件有明显差别。保护地常处于半封闭状态下, 气温高、湿度大、水分蒸发量大、缺少雨水淋洗、肥料投入尤其是有机肥料投入量大、土壤利用频度高。土壤经保护地蔬菜栽培几年以后, 土壤的基本理化性状会发生一定的变化, 易出现土壤酸化、次生盐渍化、土壤病原菌增加、

重金属积累等障碍因子, 土壤中营养元素含量也会随之发生较大的变化<sup>[1、2]</sup>, 对蔬菜品质也会产生不良影响<sup>[3]</sup>。蔬菜保护地土壤中营养元素含量状况是评价其土壤肥力的基础。目前对露地土壤经保护地蔬菜栽培后土壤养分含量变化的研究多集中在 N、P、K 等大量元素方面<sup>[4、5]</sup>, 对微量元素含量变化方面的研究还很不系统。一般把对植物有效的 Fe、Mn、Cu、Zn 含量用 DTPA 浸提态含量来衡量。本文的主要目的是: 对沈阳市郊区蔬菜保护地和及其相邻的露地土壤中 DTPA 浸提态 Fe、Mn、Cu、Zn 含量状况进行对比研究, 考查经保护地蔬菜栽培后土壤中可给性微量营养元素的变化情况, 分析引起这种变化的主要原因, 以期为

收稿日期: 2003-01-07

基金项目: 国家“863”计划重大课题资助(2001AA246021); 中国科学院沈阳生态实验站开放站基金资助(K09SDSYZ0204)

作者简介: 姜 勇(1968—), 男, 河南信阳人, 博士, 副研究员, 主要从事土壤生态学研究。E-mail: jiangyong12341@sina.com

联系人: 梁文举

蔬菜保护地土壤微量营养元素管理和大城市郊区菜田土壤质量评价提供科学依据。

## 1 研究区域概况和研究方法

研究区域为沈阳市东陵、于洪、苏家屯、新城子 4 个郊区(北纬  $41^{\circ}28'$  ~  $42^{\circ}10'$ , 东经  $123^{\circ}1'$  ~  $123^{\circ}47'$ ) , 地处辽宁省中部平原和东部丘陵的过渡带。区域东部为棕壤分布区, 中西部为草甸土分布区。4 郊区有蔬菜保护地面积约 20 000  $\text{hm}^2$  , 占 4 郊区蔬菜种植面积的 1/2 以上 (38 000  $\text{hm}^2$ ) , 是耕地面积 (174 000  $\text{hm}^2$ ) 的 11.5% , 占全市蔬菜保护地总面积 2/3 以上。近郊乡镇主要农作物为蔬菜, 远郊乡镇主要农作物为玉米和水稻。

2000 年 4 月采用 5 点混合法同时采集蔬菜栽培年限为 5 a 以上的保护地和相邻的露地耕层 (0 ~ 20 cm) 土样 43 对, 每个乡镇采集 1 对具有代表性的样本。由于近郊区主要农作物为蔬菜, 所以选用菜地土壤为对照, 有 16 对样本; 远郊区以旱地土壤为对照, 有 27 对样本。

土壤中 DTPA - Fe、Mn、Cu、Zn 含量采用 pH7.3 的 DTPA -  $\text{CaCl}_2$  - TEA 浸提, 原子吸收分光光度法 (岛津 6200A 型) 测定。在当年 6 月测定。

## 2 结果与讨论

### 2.1 DTPA 浸提态 Fe、Mn、Cu、Zn 含量总体状况对比

图 1 是沈阳市近郊区和远郊区蔬菜保护地和露地土壤 DTPA - Fe、Mn、Cu、Zn 含量状况的比较 (其中 CK 为露地土壤)。近郊蔬菜保护地和露地土壤中的 DTPA - Fe 含量差异不明显, 16 个样本 DTPA - Fe 平均含量分别为  $73.49 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  和  $77.80 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ; 远郊土壤差异较大, 27 个土样中除 1 个土样 DTPA - Fe 含量相近外, 蔬菜保护地土壤 DTPA - Fe 含量均明显高于露地土壤, 保护地和露地土壤 DTPA - Fe 平均含量分别为  $95.96 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  和  $58.70 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ , 增幅为 63.5%。

经保护地蔬菜栽培后, 土壤中 DTPA - Mn 含量明显降低, 仅有极个别土样 DTPA - Mn 含量升高, 近郊区平均下降幅度为 41.15%, 远郊区平均下降幅度为 25.87%。

总体看来, 无论是蔬菜保护地还是露地, 近郊土壤 DTPA - Cu 含量明显高于远郊土壤。16 个近郊蔬菜保护地土壤样本的 DTPA - Cu 平均含量比露地高 19.8%, 27 个远郊蔬菜保护地土壤样本的 DTPA - Cu

平均含量比露地高 45.9%。

近郊蔬菜保护地土壤的 DTPA - Zn 含量比露地土壤略有增加, 平均增幅为 16.1%; 远郊土壤经保护地土壤蔬菜栽培后, 与相邻露地土壤相比 DTPA - Zn 含量大大提高, 27 个土样平均增加 1.16 倍。

### 2.2 高量施用有机肥导致的 Cu、Zn 富集

蔬菜保护地施肥量较大。沈阳市郊蔬菜保护地平均施用优质有机肥为  $90 \sim 105 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$ , 化学肥料平均用量为尿素  $750 \sim 900 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 、复合肥料  $300 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$  左右。80% 的菜农施用半腐熟的鸡粪或猪厩肥, 且以鸡粪为主<sup>[3]</sup>。高量的有机肥料投入可能是导致保护地土壤 DTPA 浸提态微量元素发生变化的主要原因。

有机肥料尤其是鸡粪中的全 Cu、全 Zn 及 DTPA - Cu、Zn 含量较露地土壤中含量高<sup>[6]</sup>。据调查, 沈阳市近郊菜田土壤全 Cu 含量是背景值的 1.1 ~ 6.1 倍、全 Zn 含量是背景值的 1.4 ~ 10.8 倍<sup>[3]</sup>。除肥料因素影响外, 蔬菜保护地土壤长年多次大量喷施含 Cu、含 Zn 农药, 以及菜田生态系统中 Cu、Zn 输入量较由蔬菜输出系统外的 Cu、Zn 多, 致使 Cu、Zn 在土壤中的残留富集, 这些是保护地土壤中 DTPA - Cu、Zn 含量升高的主要因素<sup>[7]</sup>。由于保护地土壤中 DTPA - Cu、Zn 含量较高 (图 1), 一部分保护地已对蔬菜造成了不同程度的污染<sup>[3]</sup>。由于保护地土壤中施入大量有机肥料和特殊的环境条件, 使土壤的理化性质发生较大变化, 棕壤和草甸土保护地中的 pH 一般下降至 5.0 ~ 6.5 之间<sup>[11]</sup>。在 pH6.5 以下时, 土壤中可给态 Fe 含量增加<sup>[8]</sup>, 所以保护地土壤与露地土壤相比 DTPA - Fe 含量明显增高。据有关报道, 施入有机肥后, 土壤中的交换性 Fe、Cu、Zn 含量明显升高<sup>[9-11]</sup>。

### 2.3 高量施用有机肥导致有效 Mn 含量降低

保护地土壤 DTPA - Mn 含量变化可能主要受施用有机肥料和菜田生态系统元素 Mn 平衡状况的影响。鸡粪等有机肥料中的全 Mn 含量远低于棕壤或草甸土中的全 Mn 含量<sup>[6]</sup>, 大量施入有机肥后土壤全 Mn 含量下降。长期种菜后, 土壤中可给性 Mn 含量减少, 如孟兆芳等研究表明, 天津市 10 年以上的老菜园土壤普遍缺 Mn<sup>[10]</sup>, 老菜园土中, Mn 是继 N、K、P 后的第 4 大养分限制因子, 新菜园土中 Mn 为第 6 大养分限制因子<sup>[12]</sup>。低量有机肥可提高土壤有效 Mn 含量, 但高量有机肥 (4%) 反而会使土壤中有效 Mn 含量下降<sup>[13]</sup>。在富含有机质的土壤中, 土壤中的 Mn 常被土壤有机质所吸持固定, 因此 Mn 的生物有效性往往较

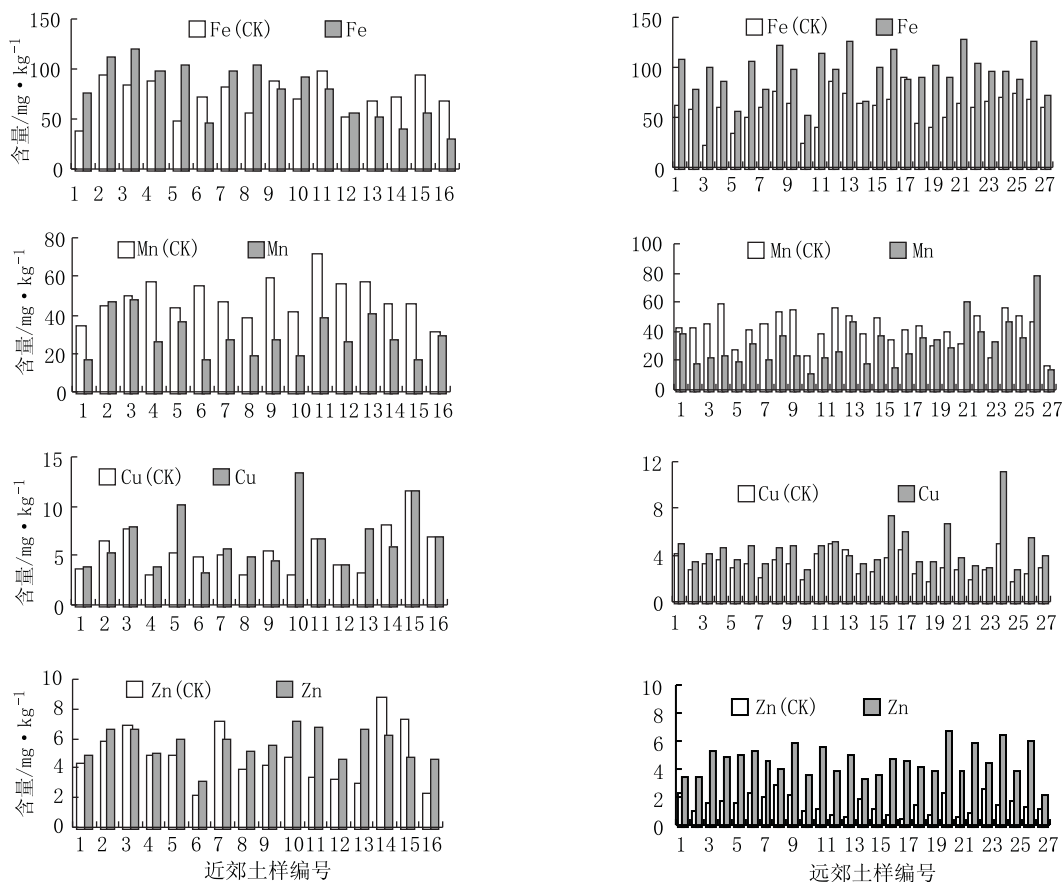


图 1 蔬菜保护地和露地土壤 DTPA - Fe、Mn、Cu、Zn 含量

Figure 1 DTPA extractable Fe, Mn, Cu and Zn contents in greenhouse and cultivated soils

低<sup>[14]</sup>。一些形态的有机质如胡敏酸可能将 Mn 固定为无效态<sup>[15]</sup>。不同施肥处理中覆膜后棕壤的 DTPA - Mn 含量普遍降低<sup>[16]</sup>, 说明保护地特殊的土壤环境条件也可降低 Mn 的生物有效性。

### 3 小结

与露地土壤相比,蔬菜保护地土壤中 DTPA - Fe、Cu、Zn 含量增加, DTPA - Mn 含量减少。部分保护地土壤已达到对蔬菜生产造成 Cu、Zn 污染的程度。造成这种变化的主要原因可能有以下 3 个方面:一是蔬菜保护地土壤中大量施入有机肥料,使土壤中微量元素平衡发生较大变化;二是蔬菜保护地特殊的水、肥、气、热、微生物环境条件,致使土壤理化及生物学性质发生较大变化,这种变化影响了土壤中微量元素各形态间的转化;三是蔬菜保护地含 Cu、含 Zn 农药投入量较大,导致农药中的 Cu、Zn 在土壤中富集。

本文仅从蔬菜保护地与露地土壤的对比研究基础上来说明蔬菜保护地土壤 DTPA - Fe、Mn、Cu、Zn

含量变化状况,而有关这几种微量元素含量变化的作用机理,特别是 DTPA - Fe 含量增加和 DTPA - Mn 含量降低的机理,以及保护地土壤环境条件对各形态微量元素变化的影响等方面还有待进行深入研究。

### 参考文献:

- [1] 梁成华. 蔬菜保护地土壤肥力特征及其调控研究[D]. 沈阳:沈阳农业大学博士学位论文, 1996.
- [2] 王晓雪. 菜园土壤肥力退化及其防治对策[J]. 沈阳农业大学学报, 1995, 26(1): 100 - 103.
- [3] Jiang Y, Zhang Y - G, Chen L - J. Status of fertilizer input and it's influence on the qualities of farm produce and environment in Shenyang, China[A]. In: Fertilizer, Food Security and Environmental Protection - Fertilizer in the Third Millennium[C]. 12<sup>th</sup> World Fertilizer Congress, August 3 ~ 9, 2001, Beijing, China. Shenyang: Liaoning Science and Technology Publishing House, 2002. 515 - 523.
- [4] 肖千明, 高秀兰, 姜春荣, 等. 辽宁省蔬菜保护地土壤肥力现状分析[J]. 辽宁农业科学, 1997, 3: 17 - 21.
- [5] 姜 勇, 张玉革, 李纪柏, 等. 沈阳市苏家屯区耕地土壤有效氮钾变化趋势的研究[J]. 沈阳农业大学学报, 2002, 33(2): 107 - 109.

[6] 张继宏,穆琳,关连珠,等. 辽宁省有机肥料资源调查及质量评价[J]. 土壤通报,1994,25(7):37 – 40.

[7] 姜勇. 沈阳市郊耕地土壤有效态中微量元素分布特征[D]. 北京:中国科学院研究生院博士学位论文,2002.

[8] 刘铮. 微量元素的农业化学[M]. 北京:农业出版社,1991. 258 – 272.

[9] 陈道琼,刘国坚,段炳源,等. 有机肥料和无机肥料对土壤微量元素含量的影响[J]. 热带亚热带土壤科学,1997,6(4):235 – 238.

[10] 孟兆芳. 天津市菜园土壤微量元素状况及其对黄瓜生长与抗病性影响[A]. 谢建昌主编,菜园土壤肥力与蔬菜合理施肥[C]. 南京:河海大学出版社,1997. 101 – 103.

[11] 韩晓日,邹德乙,刘杰,等. 长期施用有机肥和化肥对土壤锌锰铜铁养分平衡的影响[A]. 胡思农主编. 硫、镁和微量元素在作物营养平衡中的作用[C]. 成都:成都科技大学出版社,1993. 392 – 398.

[12] 周艺敏,小仓宽典. 半干旱地区菜园土壤特征及土壤培肥[A]. 谢建昌主编,菜园土壤肥力与蔬菜合理施肥[C]. 南京:河海大学出版社,1997. 34 – 42.

[13] Moustauoi D, Verton M. The effect of manure application on the behaviour of iron, copper, manganese and zinc in soil[J]. *Agrochimica*, 1995, 39 (5 – 6): 316 – 625.

[14] 何振力. 污染及有益元素的土壤化学平衡[M]. 北京:中国环境科学出版社,1998. 418 – 444.

[15] Pavanasasivam V. Manganese studies in some soils with a high organic matter content[J]. *Plant Soil*, 1973, 38: 245 – 255.

[16] 崔德杰,张继宏,东先旺,等. 长期施肥及覆膜栽培对土壤锰形态及其有效性的影响[A]. 张继宏主编. 农业持续发展的土壤培肥研究[C]. 沈阳:东北大学出版社,1995. 254 – 257.

会 讯

第二届海峡两岸土壤及地下水污染与修复研讨会

2004 年 9 月 24 日—9 月 27 日  
南开大学 天津

主办单位:南开大学

协办单位:中国国土资源部资源部国际合作与科技司  
中国农业生态环境保护协会  
中国国家自然科学基金委员会 地学部  
中国地质科学院水文地质环境地质研究所  
台湾土壤及地下水环境保护协会  
台湾中央大学应用地质研究所

承办单位:南开大学环境科学与工程学院

会议主题:

- (1)土壤与地下水资源可持续利用、法规政策和管理;
- (2)土壤与地下水中污染物迁移转化及水文地理学特征;
- (3)固体废弃物处置与土壤环境安全;
- (4)土壤污染与农产品安全;
- (5)污染物对土壤与地下水的生态毒性和风险评估;
- (6)土壤与地下水污染修复技术;
- (7)其他相关问题。

重要时间:

|          |                          |
|----------|--------------------------|
| 摘要截止日期   | 2004 年 1 月 31 日          |
| 发出邀请函日期  | 2004 年 3 月 31 日          |
| 注册截止日期   | 2004 年 6 月 30 日          |
| 论文截止日期   | 2004 年 8 月 15 日          |
| 会议时间     | 2004 年 9 月 24 日—9 月 26 日 |
| 生态环境考察   | 2004 年 9 月 27 日          |
| 台湾代表会后观光 | 2004 年 9 月 28 日起         |

摘要格式及要求:

(上边距 3 厘米)  
论文题目(三号 居中)  
作者(小四号 居中)  
通讯地址和电子邮箱(五号 居中)  
(空一行)  
摘要正文,小四号,不超过 500 字。左边距 4.0 厘米,右边距 2.5 厘米。  
关键词:不超过 6 个,中间用逗号隔开。  
作者简介:出生年月,最终学位,工作单位及职位。主要研究领域(15 个字以内)。  
字体采用宋体,简体和繁体均可,单倍行距,段落间隔一行。  
采用 MS Word 格式。

内容不得涉及“一中一台”、“两个中国”的言论和观点。

摘要投寄方式:

摘要投稿采用电子版。  
台湾代表投至陈家洵教授(台湾中央大学应用地质研究所,所长)  
E – mail: chenchia@cc. ncu. edu. tw  
大陆及其它国家和地区代表投至大会会务组  
谢藏娥(南开大学环境科学与工程学院)  
E – mail: soilpollution@nankai. edu. cn  
孙红文(南开大学环境科学与工程学院,副院长)  
E – mail: soilremediation@nankai. edu. cn