

温室土壤剖面养分特征及重金属含量演变趋势研究*

李见云**

(中国科学院生态环境研究中心 北京 100085)

侯彦林 王新民

董县中

(中国科学院研究生院 北京 100039)

(河南省南召县农业技术推广中心 南召 474650)

摘要 对沈阳市郊不同种植年限温室土壤速效氮、磷、钾剖面特征及重金属 Cu、Zn、Cd、Pb 含量调查表明,随温室种植年限的增加,速效氮、速效磷含量在整个剖面内显著增加,与种植年限呈极显著正相关,速效钾含量增幅较小,说明温室 N、P、K 肥施用不均衡;重金属 Cu、Zn、Pb 含量随温室种植年限的增加有一定增加,Cd 含量则随种植年限增加变化较小。农田及温室重金属含量较土壤背景值有一定程度增加,但均未超过国家土壤环境质量标准,尚未形成污染。

关键词 温室 速效养分 重金属

Profile characteristics of available nutrients and heavy metal concentrations in greenhouse soils. LI Jian-Yun (Research Center for Eco-Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100085, China), HOU Yan-Lin, WANG Xin-Min (Graduate School of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China), DONG Xian-Zhong (Agricultural Technology Popularization Center of Nanzhao County, Henan Province, Nanzhao 474650, China), *CJEA*, 2006, 14(3): 43~45

Abstract The profile characteristics of available N, P, K and heavy metal concentrations in greenhouse soils of Shenyang suburb were studied. The results show that with the planting years going by, the available N and P have a significant increase, have a significant positive correlation with the planting years and the available K also has increased for some extent, but not so high. The contents of heavy metals copper, zinc, cadmium and lead in the protected soil of the greenhouse are higher than those of field, and with the prolongation of planting years, their concentrations are also going up, but they do not exceed the quality criterion of soil environment.

Key words Greenhouse, Available nutrient, Heavy metal

(Received Aug. 6, 2004; revised Nov. 2, 2004)

近几年来我国温室蔬菜肥料投入量往往是蔬菜生产理论需肥量的数倍^[1,2],且由于缺乏科学合理的施肥指导,施入肥料品种单一,造成肥料浪费,并引起土壤酸化、次生盐碱化等^[3,4]。过量的养分投入势必造成养分在土体中的积累和养分损失,对蔬菜产量和品质以及环境带来不良影响^[5]。我国大、中城市郊区工业“三废”的排放及城市生活垃圾、污泥和含重金属的农药、化肥的施用,导致温室土壤中某些重金属如 Pb、Hg、Cd、As 等超标,污染环境且影响温室蔬菜的品质和安全性^[6~9]。本研究分析了温室土壤养分状况及其变化规律,为合理调控土壤养分,满足蔬菜生长发育需要,减少环境污染来源,提高蔬菜品质提供理论依据。

1 试验材料与方法

试验于 2002 年 8 月在沈阳市东陵区浑河站乡前寨村取具有代表性的 3 年、10 年、15 年、18 年及 35 年温室土壤剖面土样,取样深度分别为

表 1 邻近农田土壤速效养分含量

Tab.1 Available nutrient content of field soil nearby

土层/cm	有机质/ Soil layers	pH	碱解氮/ mg·kg ⁻¹	速效磷/ mg·kg ⁻¹	速效钾/ mg·kg ⁻¹	Cu/ mg·kg ⁻¹	Zn/ mg·kg ⁻¹	Cd/ mg·kg ⁻¹	Pb/ mg·kg ⁻¹
	Organic matter	(H ₂ O)	Alkaline hydrolysis N	Available P	Available K				
0~20	30.10	6.50	106.36	24.35	109.87	28.18	65.45	0.122	27.91
20~40	15.8	6.70	50.05	10.63	82.07	26.22	60.92	0.112	26.34

* 国家自然科学基金项目(40071053)资助

** 现工作单位为郑州航空工业管理学院工业工程系(郑州 450015)

收稿日期:2004-08-06 改回日期:2004-11-02

0~20cm、20~40cm、40~60cm、60~80cm 和 80~100cm, 每个种植年限温室土壤取 3 户, 测定 0~100cm 土体土壤碱解氮、速效磷、速效钾含量及耕层土壤 Cu、Zn、Cd、Pb 全量。取温室附近农田 0~20cm 和 20~40cm 剖面土样作为对照, 测定上述指标及土壤 pH、有机质含量(见表 1)。土壤有机质采用重铬酸钾氧化-外加热法测定, 土壤碱解氮采用碱解扩散法测定, 速效磷采用 Olsen 法测定, 速效钾采用中性醋酸铵浸提、火焰光度计法测定, 土壤 Cu、Zn、Cd、Pb 采用盐酸-硝酸-氢氟酸-高氯酸消煮、原子吸收分光光度法测定。

2 结果与分析

2.1 温室土壤速效氮、磷、钾含量随种植年限变化趋势

由图 1 可知同露地农田土壤相比温室土壤碱解氮含量有显著增加, 棚龄为 3 年的温室其 0~20cm 土层土壤碱解氮含量为农田的 1.47 倍。随种植年限增加, 0~20cm 土层土壤碱解氮含量逐年递增, 由 3 年的 156.63mg/kg 增至 35 年的 259.88mg/kg, 种植 35 年的温室其碱解氮含量为露地农田的 2.4 倍。温室土壤碱解氮含量与种植年限呈极显著正相关($r=0.9412^{**}$, $n=5$), 且种植 3 年的温室其剖面碱解氮含量变化较大, 随种植年限增加, 其剖面碱解氮变化逐渐平缓, 底层碱解氮含量越高, 说明随种植年限的增加, 速效氮在土壤剖面中已形成积累, 继续发展下去则将对地下水造成污染。同露地农田相比温室土壤速效磷含量也有显著增加, 种植 3 年的温室其 0~20cm 土层土壤速效磷含量为农田的 7.4 倍, 种植 35 年的温室其土壤速效磷含量为农田的 12.3 倍, 随种植年限增加, 速效磷含量也显著增加, 其相关系数达 0.9910^{**}, 呈极显著正相关。其剖面变化趋势与碱解氮相似, 随种植年限增加, 0~100cm 土体剖面速效磷有明显积累, 且种植年限越长, 其对应各层次速效磷含量越高, 80~100cm 土体速效磷含量大于 60~80cm 土体, 可能是由于蔬菜根大部分集中在 0~80cm 土层内, 从而使 80~100cm 土体内形成相对积累所致。新温室土壤速效钾含量与露地

农田含量相近, 由于温室施用 K 肥量较少, 随种植年限增加, 速效钾含量也有所增加但变化量较小, 说明沈阳市效温室施肥存在较大问题, 特别是 N 肥、P 肥投入量过大, 而 K 肥投入量较少, 养分比例极不

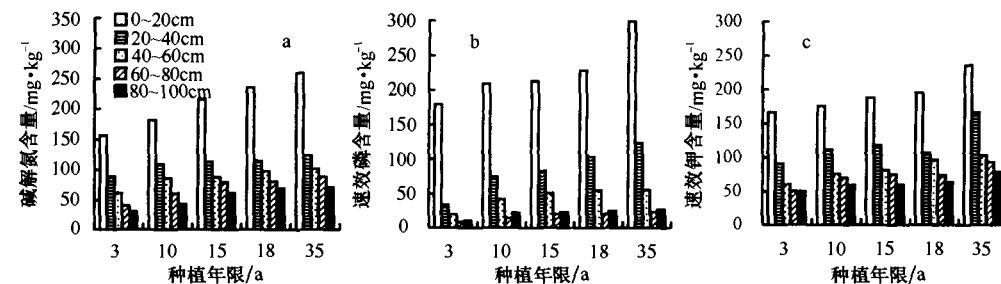


图 1 不同种植年限温室土壤速效养分含量

Fig.1 Available nutrient of greenhouse soil in different planting years

协调, 蔬菜作物需 NPK 比例一般 N:P₂O₅:K₂O 为 1:0.5:1.25, 而调查所得实际施肥比例为 1:0.89:0.29, 养分比例极不合理, 温室土壤应重视 K 肥的合理施用, 达到以 K 增 N、以 K 增 P 的效果。

2.2 温室土壤 Cu、Zn、Cd、Pb 含量随种植年限变化趋势

由表 2 可知, 温室土壤 Cu、Zn、Pb 含量随种植年限的增加呈明显增加趋势。其中温室土壤 Cu 含量与种植年限的相关系数为 0.9325^{**}, 呈极显著正相关, 含量由 3 年的 35.11mg/kg 增至 35 年的 54.95mg/kg, 以每年 0.6mg/kg 的速度递增; 温室土壤 Zn 含量与种植年限的相关系数为 0.9080^{**}, 呈极显著正相关, 含量由 3 年的 66.28mg/kg

上升到 35 年的 113.10 mg/kg, 以每年 1.4mg/kg 的速度递增; 温室土壤 Cd 含量在种植年限低于 15 年时, 随种植年限的增加而有明显增加, 含量与种植年限的相关系数为 0.0176, 差异不显著; 温

表 2 不同种植年限温室土壤重金属含量

Tab.2 Heavy metal contents of greenhouse soil in different planting years

种植年限 a	重金属含量/mg·kg ⁻¹			
Planting years	Cu	Zn	Cd	Pb
3	35.11 ± 2.28	66.28 ± 7.87	0.125 ± 0.025	61.08 ± 1.73
10	42.62 ± 1.25	88.64 ± 2.18	0.133 ± 0.019	69.04 ± 0.85
15	46.69 ± 0.59	94.56 ± 2.77	0.135 ± 0.057	72.91 ± 1.79
18	50.85 ± 0.76	105.12 ± 2.27	0.131 ± 0.012	77.34 ± 1.19
35	54.95 ± 0.87	113.10 ± 4.21	0.132 ± 0.012	84.11 ± 3.48

室土壤 Pb 含量与种植年限的相关系数为 0.9635^{**}, 呈极显著正相关, 含量由 3 年的 61.08mg/kg 增至 35 年的 84.11mg/kg, 以每年 0.7mg/kg 的速度递增。

2.3 土壤环境背景值及环境质量标准

松辽平原黑土土壤 Cu、Zn、Pb、Cd 的背景值分别为 20.96mg/kg、21.67mg/kg、57.88mg/kg、和 0.106 mg/kg^[6],与土壤环境背景值相比,农田及温室土壤 Cu、Zn、Cd、Pb 含量均有所增加,温室土壤 Cu 含量为背景值的 1.68~2.62 倍,温室土壤 Zn 含量增幅较大,为背景值的 3.06~5.22 倍,温室土壤 Pb 含量为背景值的 1.06~1.45 倍,温室土壤 Cd 含量与背景值相比也有增加但增幅较小。温室土壤 Cu、Zn、Pb 含量的逐年增加可能与温室畜禽粪便、有机肥的大量投入有关。但温室土壤重金属含量未超出国家土壤环境质量标准,未形成污染(表 3)。

表 3 土壤环境质量标准值*

Tab.3 Quality criterion of soil environment

项目 Items	含量/mg·kg ⁻¹ Contents				
	1 级 1 grade 自然背景 Basic concentration	2 级 2 grade pH<6.5	2 级 2 grade pH6.5~7.5	3 级 3 grade pH>7.5	3 级 3 grade pH>6.5
Cd≤	0.20	0.30	0.30	0.60	1.0
Cu 农田等≤	35	50	100	100	400
Cu 果园≤	-	150	200	200	400
Pb≤	35	250	300	350	500
Zn≤	100	200	250	300	500

* 中华人民共和国国家标准 GB 15618-1995。

3 小结与讨论

温室土壤速效氮、速效磷含量随种植年限的增加而极显著增加,速效钾含量也有一定程度增加但增幅较小,这与当地菜农普遍重施 N 肥、P 肥,忽视施 K 肥相一致,使土壤 N、P、K 比例严重失调,严重影响了 N、P 肥的肥效,引起肥料的大量浪费、环境次生污染、蔬菜品质下降及硝酸盐含量增加。Heckrath 等(1995)认为由于 P 的土壤固定作用,P 在土壤剖面中移动性很小,但当施入大量有机肥时可能引起 P 在土壤剖面上移动,当耕层土壤速效磷含量>60mg/kg 时即可能污染环境^[8],进而对地下水造成潜在污染^[9,10]。鲁如坤^[7]指出蔬菜需 P 量一般为 60~90mg/kg,而沈阳市郊温室土壤速效磷含量均远远超出蔬菜需求量,有对地下水形成污染的趋势。温室土壤重金属 Cu、Zn、Pb 含量随种植年限增加而有所增加,其含量与种植年限呈极显著正相关,土壤 Cd 含量则随种植年限增加变化较小。与环境背景值相比,温室土壤 Cu、Zn、Cd、Pb 含量均有不同程度增加,其中 Cd 含量增幅较小,Cu、Zn 增幅较大,但未超出国家土壤环境质量标准,尚未形成污染。

参 考 文 献

- 李文庆. 大棚生态系统物流能流分析及效益评价. 生态农业研究, 1996, 4(3): 53~55
- 丁保华. 近 10 年来我国蔬菜生产的变化特点和发展趋势. 菜园土壤肥力与蔬菜合理施肥. 南京: 河海大学出版社, 1997. 17~21
- 李俊良. 山东寿光温室蔬菜施肥现状及问题的研究. 土壤通报, 2002, 33(2): 126~129
- 李文庆. 大棚土壤硝酸盐状况研究. 土壤学报, 2002, 39(2): 283~287
- 张维理, 田哲旭等. 我国北方农用 N 肥造成地下水硝酸盐污染的调查. 植物营养与肥料学报, 1995, 1(2): 80~87
- 曲格平. 中国环境科学研究. 上海: 上海科学技术出版社, 1988. 990~995
- 鲁如坤. 土壤与植物营养. 北京: 化学工业出版社, 1998
- ZHANG Ming-Kui, KE Zi-Xia. Heavy metals, phosphorus, and some other elements in urban soils of Hangzhou City, China. Pedosphere, 2004, 14(2): 177~185
- HU Xue-Feng, WU He-Xin, HU Xing, et al. Impact of urbanization on Shanghai's soil environmental quality. Pedosphere, 2004, 14(2): 151~158
- Heckrath G., Brookes P. C., Poulton P. R., et al. Phosphorus leaching from soils containing different phosphorus concentrations in the Broadbalk Experiment. J. Environ. Qual., 1995, 24: 904~910