

不同种植年限大棚蔬菜地土壤养分状况研究

王 辉^{1,2,3} 董元华^{1,2,3*} 李德成¹ 安 琼^{1,2}

(1 中国科学院南京土壤研究所 南京 210008; 2 中国科学院南京土壤研究所-香港浸会大学土壤
与环境联合开放实验室 南京 210008; 3 中国科学院研究生院 北京 100049)

NUTRIENT VARIATION IN PLASTIC GREENHOUSE SOILS WITH THE YEARS OF CULTIVATION

WANG Hui^{1,2,3} DONG Yuan-hua^{1,2,3} LI De-cheng¹ AN Qiong^{1,2}

(1 Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008; 2 Institute of Soil Science, Chinese Academy
of Sciences & Hongkong Baptist University Joint Open Laboratory of Soil and the Environment, Nanjing 210008;
3 Graduate School of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049)

摘 要 以江苏省苏南地区大棚蔬菜地土壤为例,研究了种植年限分别为1~2年、5年左右、10年左右大棚土壤的养分变化情况。研究结果显示:随着种植年限的增加,土壤有机质、全N、全P、速效P含量逐渐增加;土壤盐分、NO₃-N也随着种植年限的增加而逐渐增加,5年左右的大棚土壤含量最高,之后逐渐降低;而土壤pH、全K随着种植年限的增加缓慢降低。

关键词 大棚蔬菜地土壤;不同种植年限;土壤养分

中图分类号 S153.6

随着我国农业结构的调整,设施栽培特别是大棚蔬菜栽培的面积不断扩大。据全国农业推广中心不完全统计,我国从20世纪70年代初开始引进设施栽培技术,70年代中期塑料大棚为0.53万hm²,1996年为69.8万hm²,1999年发展到133万hm²,预计到2011年,全国设施栽培面积将超过166万hm²[1]。大棚栽培人为地改变了传统露天种植的土壤环境,具有常年的高温、高湿、无降水淋洗及高施肥、高产出、超强度利用等特点,是一种高度集约化的工厂式农业利用方式[2];同时,大棚种植还是一种农业生产措施和种植环境相对稳定的栽培方式,随着种植年限的增长,土壤的养分状况必然会发生相应的变化。近年来随着大棚蔬菜种植的飞速发展,有关大棚种植土壤障碍因子的报道日渐增多[3~5],而有关大棚土壤理化性质随种植年限的增长而

变化的系统研究还相对较少。因此,我们在大棚栽培发展较快的苏州、无锡、常州地区选择了不同种植年限的蔬菜大棚进行了土壤养分状况的研究。

1 材料与方法

1.1 供试土壤

调查区域选在江苏省设施栽培较发达的苏南地区,调查点分布在苏州的吴江、苏州市郊(原吴县)、昆山、张家港、常熟,无锡的宜兴、无锡市郊(原锡山)、江阴,常州市郊(原武进),合计9个调查点,在每个调查点分别选择1年左右、5年左右、10年左右的3个不同种植年限的大棚,每个年限分别选择2~5个大棚。每个调查点的大棚尽可能为同一农户所有或者在距离上相隔不远,以保证耕作管理措施和土壤本底的相对一致性,每个采样点用GPS

①中国科学院知识创新工程重要方向项目(KZCX3-SW-417)和江苏省环境保护厅项目(2004020)资助。

* 通讯作者

定位，同时在附近水田或露天旱地（非蔬菜地）采集土壤样品作为对照（CK）。

采样时间为2002年3月中旬蔬菜生长期，采样时当季主要蔬菜品种为蚕豆、青菜、黄瓜、茄子、西红柿、菠菜等。每个大棚土壤样品多点（6~10点）采集耕层（0~20 cm）土壤混合，混匀的鲜土用四分法留取1 kg左右，装入聚乙烯塑料袋，标记密封，带回实验室。部分土样放入冰箱在0~4℃下保存用于测定土壤NO₃⁻-N，其余土壤风干后研磨过筛保存，用于测定土壤速效P、有机质、全N、全P、全K。

1.2 分析方法

土壤养分的分析方法参照文献[6]，其中土壤NO₃⁻-N用1 mol/L的KCl浸提，浸提液用微量连续液体式自动化学分析仪（美国Astoria公司）进行测定。

2 结果与讨论

2.1 土壤pH和盐分

分析结果表明（图1），大棚土壤的pH值低于对照，并且随着种植年限的增加逐渐下降；大棚土壤盐分和NO₃⁻-N含量也高于对照，随着大棚使用年限的增加，盐分总量和土壤NO₃⁻-N含量逐渐增加，至5年左右含量最高，以后逐渐降低。根据滨海盐土的定义^[7]，在所调查的5年左右大棚土壤样品中，近80%的土壤盐渍化，其中近45%的土壤为中盐化土，最高盐分含量达到了6.46 g/kg，为强盐化土。经统计分析，3个种植年限之间除土壤pH的差异性不显著，土壤盐分和NO₃⁻-N含量差异均达显著性水平；土壤盐分与土壤NO₃⁻-N含量具有很好的相关性，相关系数达到0.9985，说明大棚土壤盐分累积与土壤NO₃⁻-N含量增加有很大的相关性。

近年来有关大棚土壤盐分累积的报道较多^[2~5, 8]，长期过量施用有机肥和化肥以及人为调控下的耕作管理措施是导致大棚蔬菜地土壤盐分累积的主要原因。苏南地区大棚种植一般在建棚之初每棚施腐熟鸡猪粪3 t以上，P肥和复合肥25~50 kg，以后每年每茬再追施适当的有机肥或碳铵及尿素10~100 kg，施入的N、P量分别超过蔬菜作物吸收的1~3倍和3~5倍。大量的含N化肥及有机物料分解产物在好气条件下经硝化作用转化为NO₃⁻累积在土壤中，导致大棚土壤中以NO₃⁻为主的盐分含量急剧上升。同时大棚薄膜的覆盖不仅阻挡了降水对土壤

盐分的自然淋洗，而且提高了棚内和土壤的温度，增加了土壤水分的蒸发，进一步加剧了盐分在土壤表层的累积。土壤含N肥料在硝化作用的同时还释放出H⁺，过量H⁺超出土壤对酸的缓冲能力导致土壤pH的下降；另外蔬菜作物多长期施用酸性肥料，如KCl、过磷酸钙、含氯及含硫复合肥等，以及大量有机肥分解产生的有机酸、营养阳离子被作物吸收产生的生理酸等，又进一步加剧了土壤的酸化。

根据我们的调查，在大棚种植5~6年以后，因为产量下降等原因多揭棚休耕或改为水田1~2年，再恢复大棚种植，这可能是大棚土壤4~6年以后土壤盐分和NO₃⁻急剧下降的主要原因。而土壤对酸碱有一个缓冲过程，在土壤pH值尚未恢复时又改为大棚种植，导致土壤pH值随大棚种植年限的增加而缓慢下降。

综上所述，土壤盐分累积是大棚栽培的主要障碍因子之一，种植5年左右的大棚土壤盐分累积已对作物的生长构成较为严重的威胁。

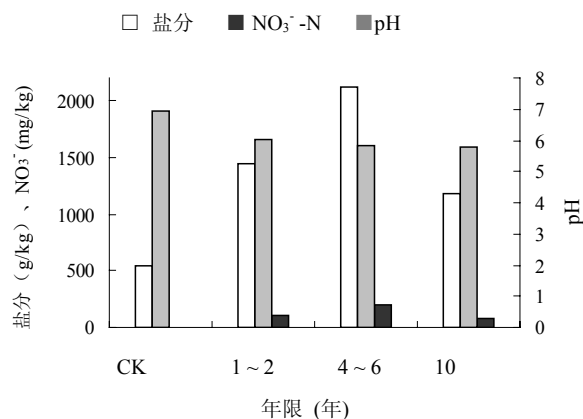


图1 不同种植年限大棚土壤pH、盐分和NO₃⁻-N

2.2 土壤有机质与全N、全P、全K

土壤有机质和全N、全P、全K的变化曲线见图2。1~2年左右的大棚土壤有机质、全N、全K与CK（水田或旱地）相比变化不是很大或略有上升，随种植年限的增加土壤有机质含量逐渐上升，土壤全N、全P也随着种植年限的增加逐渐上升，其中全P的变化幅度要大于全N，而全K随着种植年限的增加逐渐降低。经统计检验，3个种植年限的土壤之间有机质、全N、全K差异性均不显著，全P差异达显著水平。

土壤有机质和全N、全P的含量随种植年限的增加而增加可能与大棚蔬菜种植连年增施有机肥和

化学肥料有关, 而 K 肥施入不足可能是致使土壤 K 素随着连作年限的增加而减少的主要原因。

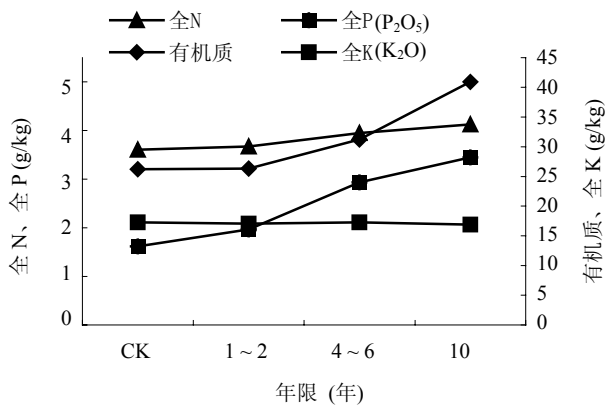


图 2 不同种植年限土壤有机质与全 N、全 P、全 K

2.3 土壤速效养分

土壤速效养分随着使用年限的增加而急剧增加(图 3), 其中 NO₃⁻-N 在种植年限达到 5 年以后在大棚土壤含量又急剧减少, 土壤速效 P 随种植年限的增加保持稳定的增长, 不同种植年限的土壤速效养分之间的差异经统计检验均达到显著水平。

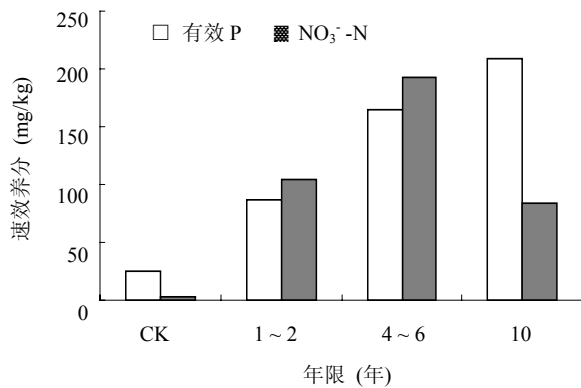


图 3 不同种植年限大棚土壤速效养分

土壤中的 NO₃⁻-N 易溶于水, 又不易被土壤吸附, 其在土壤中的含量容易受到外在环境的影响, 在大棚揭棚经雨水淋洗或改为水田后, 土壤中的 NO₃⁻-N 会迅速下降。而 P 素在土壤中的变化则是一个相对稳定缓慢的过程, P 肥施入土壤后, 大部分转化为固定态 P^[9], 再随着土壤中 P 素形态的变化而逐渐释放出来, 因此, 土壤中的速效 P 不会随着大棚揭棚或改为水田后急剧地下降。

3 主要结论

(1) 随着大棚种植年限的增加, 土壤中有有机质、全 N、全 P 逐渐增加, 这可能与大棚蔬菜种植连年增施有机肥或化学肥料有关。

(2) 随着大棚种植年限的增加, 土壤的 pH、全 K 含量逐渐降低, 这可能与大棚种植大量施用有机肥及化肥, 同时 K 肥又施入不足有关。

(3) 土壤中盐分、NO₃⁻-N 含量随着大棚种植年限的增加逐渐增加, 至种植 5 年左右达到最高, 之后随种植年限的增加逐渐减少, 这可能与苏南地区大棚种植至 5 年左右揭棚或改为水田有关。种植年限在 5 年左右的大棚土壤中盐分已成为作物生长的重要障碍因子。

(4) 土壤中速效 P 含量随着大棚种植年限的增加而逐渐增加, 这可能与大棚土壤施用 P 肥及其在土壤中的固定释放机理有关。

参考文献

- 1 秦巧燕, 贾陈忠, 曲东, 同延安, 王荣堂. 我国设施农业发展现状及施肥特点. 湖北农学院学报, 2002, 22 (4): 373 ~ 376
- 2 黄锦法, 曹志洪, 李艾芬, 张蚕生. 稻麦轮作改为保护地菜田土壤肥力质量的演变. 植物营养与肥料学报, 2003, 9 (1): 19 ~ 25
- 3 薛继澄, 毕德义, 李家金, 殷永娴, 吴志行. 保护地栽培蔬菜生理障碍德土壤因子及对策. 土壤肥料, 1994, (1): 4 ~ 9
- 4 李文庆, 骆洪义, 丁方军, 刘加芬. 大棚栽培后土壤盐分的变化. 土壤, 1995, 27 (4): 203 ~ 205
- 5 孟鸿光, 李中, 刘乙俭, 金福兰, 尹长安, 姜文君, 张基迁, 王洪凤. 沈阳城郊温室土壤特性调查研究. 土壤通报, 2000, 31 (2): 70 ~ 73
- 6 鲁如坤主编. 土壤农业化学分析方法. 北京: 中国农业科技出版社, 1999, 156 ~ 157
- 7 熊毅, 李庆逵. 中国土壤. 第 2 版. 北京: 科学出版社, 1990, 242 ~ 243
- 8 夏立忠, 杨林章, 王德建. 苏南设施栽培早作人为土养分与盐分状况的研究. 江苏农业科学, 2001, (6): 43 ~ 46, 69
- 9 张强, 陈明昌, 杨晋玲, 李丽君. 磷肥在石灰性土壤中的固定及其肥效演变. 山西农业科学, 1994, 22(2): 48 ~ 50