

# 不同年限日光温室菜田土壤磷素状况研究

王思林<sup>1,2</sup>, 梁成华<sup>1</sup>, 杜立宇<sup>1</sup>

(1. 沈阳农业大学 辽宁 沈阳 110161; 2. 沈阳化工学院 辽宁 沈阳 110142)

**摘要:**以沈阳郊区日光温室土壤为研究对象,研究了不同使用年限日光温室土壤全磷和速效磷在土壤剖面上的垂直分布特征。结果表明:日光温室土壤中全磷、速效磷主要积累在0~30 cm 耕层土壤,其含量随土层深度的增加逐渐减少,在0~80 cm 土层中全磷与速效磷的相关性达到显著水平,各土层土壤全磷含量与温室使用年限的相关性达到了显著水平,速效磷与温室使用年限的相关性在0~30 cm 土层达到极显著水平,在30~40 cm 土层为显著水平,而在40~80 cm 土层不显著。日光温室土壤磷素含量,特别是速效磷含量远高于一般菜园土壤,并随温室使用年限的增加而提高。在生产上应注意控制磷素化肥的使用量。

**关键词:**日光温室;土壤剖面;土壤磷素;沈阳

中图分类号:S 155.4<sup>+</sup>1 文献标识码:A 文章编号:1001-0009(2009)09-0001-03

磷素是植物生长不可缺少的营养元素,施用磷肥被认为是缓解土壤供磷不足的重要途径,但过量施磷会造成严重的环境污染<sup>[1-4]</sup>。随着人们生活水平的提高,蔬菜的需求量也急剧增加,日光温室数量日益增加,复种指数提高,磷肥的使用量也随之增加。可溶性磷肥施入土壤后,很快转化为多种形态的无机磷,当季只有10%~25%能被作物吸收<sup>[5]</sup>。由于施肥量远大于大田,温室施肥利用率更低,磷素会在土壤中大量积累,造成磷素资源大量浪费,也有可能造成地下水的污染。因此,如何更好地利用土壤中的磷素、提高磷肥的利用率是一项艰巨的任务,该研究以沈阳郊区不同使用年限日光温室土壤为研究对象,对土壤中磷素含量及其垂直分布特征进行了研究。

## 1 材料和方法

### 1.1 供试土壤

供试土壤采自沈阳市辽中县冷子堡镇李家村的日光温室土壤,选取不同使用年限(2、4、6、9、15 a)的温室及其采样点附近的大田(对照)为采样点,采用多点法取不同层次(0~10、10~20、20~30、30~40、40~60、60~80 cm)的土样,各使用年限温室土壤的取样数为3~4个。

将采集的土壤样品,放在阴凉处,摊开晾干,并剔除植物残体和其它杂物。然后将样品用木棍碾碎,过

1 mm 筛用于分析土壤速效磷含量,并取出少部分再碾磨过0.25 mm 筛用于分析全磷。取样时间在4月下旬。

### 1.2 测试方法

土壤全磷采用HClO<sub>4</sub>-H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>消煮法,消煮液中磷素用钼蓝比色法测定;速效磷采用0.5 M NaHCO<sub>3</sub>法<sup>[6]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同使用年限日光温室土壤全磷含量

从图1可知,温室土壤各层全磷含量较相邻大田有不同程度的增加,并随着土层深度的增加大体呈下降趋势,在剖面上全磷含量的分布与温室使用年限有一定的关系。在各土层中,全磷含量最低值均出现在2 a 温室土壤上,而整个剖面上全磷含量最高值除0~10 cm 外均出现在使用期限15 a 温室土壤中,这可能与地表施肥深浅有关。与大田相比,各使用年限温室0~30 cm 耕层土壤中全磷均增加幅度比较明显,而在30~80 cm 土层中全磷增幅有明显区别,使用2、4 a 的温室土壤全磷含量较大田仅有少许增长,使用6、9、15 a 的温室土壤全磷含量有较程度的积累,这与王新民等人的研究结果相似<sup>[7-8]</sup>。

### 2.2 不同使用年限日光温室土壤速效磷含量状况

从图2看出,土壤中速效磷含量较大田相比有很大幅度的增长,并随着土层深度增加逐渐减少,但其在不同土层中递减程度与温室使用年限有关。总体来看,速效磷平均含量增加幅度以使用15 a 的日光温室土壤为最高,增加了12.48 倍,使用2 a 的为最低,增加了6.35 倍,其积累顺序为:15 a>9 a>6 a>4 a>2 a。

在2、4、6 a 使用期的温室土壤中速效磷含量主要集中在0~10、10~20 cm 土层,如图2 所示,到20~30 cm

第一作者简介:王思林(1978-),男,辽宁沈阳人,硕士,现主要从事土壤化学和有机化学方面的教学和研究工作。

通讯作者:梁成华(1958-),男,辽宁铁岭人,博士,教授,现从事农业生态与环境方向研究工作。E-mail: liang110161@163.com.

基金项目:国家自然科学基金资助项目(30370972; 30571266)。

收稿日期:2009-03-25

土层发生锐减, 之后下降幅度趋于平缓, 并随土壤使用年限的增加各层土壤速效磷含量呈明显上升趋势, 在9 a 使用期的温室土壤中速效磷主要集中在 0~10、10~20、20~30 cm 土层 到 30~40 cm 土层发生锐减, 在 15 a 使用期的温室土壤中各层速效磷含量均明显偏高。土壤中各层速效磷含量随土层深度的增加逐渐减少, 但随使用年限的增加有明显累积趋势, 并在 15 a 时达到了相当高的程度。

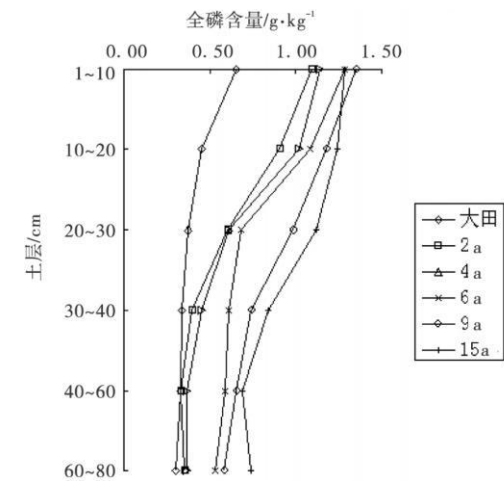


图 1 不同使用年限日光温室土壤剖面中全磷含量分布

Fig. 1 Contents of total P in greenhouse for different planting years

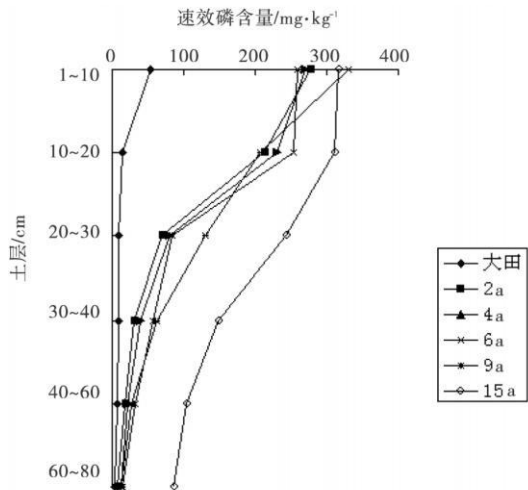


图 2 不同使用年限日光温室土壤剖面中速效磷含量分布

Fig. 2 Contents of available P in greenhouse for different planting years

赵晓齐的研究也表明<sup>9</sup>, 有机肥分解的有机酸可以显著活化土壤本身的磷, 减少土壤对磷素的吸附, 使得易溶性磷酸根向土壤深层移动。试验中, 大田土壤在 40~60 cm 土层中速效磷含量已很少, 至 60~80 cm 土层时仅为 3.65 mg/kg, 使用年限较长的土壤, 速效磷含量在 60~80 cm 土层仍然含量很高, 最高 15 a 的日光温室土壤速效磷已经达到 86.25 mg/kg。

由此可见, 经过长期使用后, 土壤中速效磷的积累

量明显增加。温室在使用过程中由于大量施入磷肥、有机肥, 造成磷素积累量在各土层中均明显高于相邻大田土壤, 并在耕层和深层土壤中大量积累, 其耕层土壤中速效磷含量明显高于蔬菜需磷量 60~90 mg/kg<sup>[19]</sup>, 而在深层土壤(30~80 cm)速效磷平均含量高达 112.18 mg/kg, 已经造成了环境污染。

2.3 全磷与速效磷含量相关性分析

在表 1 中分别列出了 0~30 cm 耕层土壤和 30~80 cm 深层土壤的速效磷与全磷的相关系数, 可以看出, 在 0~30 cm 耕层土壤中相关系数最高为 4 a 期温室, 达到 0.9994, 最低为 6 a 期温室, 相关系数为 0.9551, 经过 F 检验均达到显著水平。在 30~80 cm 土层中相关系数最高为 9 a 期温室, 达到 0.9847, 最低为 2 a 期温室, 其相关系数为 0.7674, F 检验达到显著水平。由此可见, 土壤全磷对速效磷的贡献十分显著, 这就要求生产者需要经常给土壤合理补充磷肥, 来满足作物的生长需要。

表 1 不同使用年限土壤中速磷与全磷含量相关性

Table 1 The correlation coefficients between available P and Total P			
年限 Years/a	0~30 cm	30~80 cm	
2	0.9971	0.7674	
4	0.9994	0.9543	
6	0.9551	0.9518	
9	0.9842	0.9847	
15	0.9822	0.8242	

表 2 沈阳郊区不同种植年限温室土壤磷素测定结果

Table 2 Soil nutrition content in greenhouse for different planting years in Shenyang								
养分种类 Nutrient types	年限 Years/a	土壤深度 Soil layers/ cm						平均值 Average
全磷 Total P / g · kg <sup>-1</sup>	大田	0~10	10~20	20~30	30~40	40~60	60~80	0.41
	2	0.65	0.45	0.37	0.34	0.33	0.30	0.61
	4	1.09	0.90	0.60	0.39	0.33	0.35	0.66
	6	1.14	1.02	0.61	0.45	0.37	0.36	0.80
	9	1.29	1.09	0.68	0.61	0.59	0.53	0.91
	15	1.35	1.18	0.98	0.74	0.65	0.58	0.99
速效磷 Available P / mg · kg <sup>-1</sup>	大田	54.36	14.41	8.23	8.07	7.88	3.65	16.10
	2	276.60	212.26	70.40	29.87	17.00	7.97	102.35
	4	268.92	230.41	80.87	39.57	21.23	12.39	108.90
	6	259.12	253.75	84.79	56.98	32.11	15.12	116.98
	9	330.96	208.03	130.81	63.00	26.22	11.81	128.47
	15	315.79	310.09	242.89	147.52	102.77	86.25	200.88

在不同的土层中全磷含量随土壤使用年限的延长有不同幅度的增长, 由表 3 可知, 相关系数 R 在 0~10 cm 土层中最低, 在 60~80 cm 土层最高, 通过方差分析可知各土层全磷含量与土壤使用年限的相关性均达到显著水平。

2.4 磷素含量与日光温室使用年限的关系

由表 2 分析可知, 在供试土壤条件下, 温室土壤在 0~80 cm 土层内, 土壤全磷含量随种植年限的延长总体上均呈增加趋势。而这种增加趋势与土壤层次有关, 在前面的文内有详细说明。不论种植多少年, 温室土壤全磷含量均高于大田土壤。

由表 2 可知, 在 0~80 cm 土层中, 温室土壤速效磷

含量随土壤使用年限的延长总体呈增加趋势。并且这种增加趋势与土壤层次有关,不同土层的速效磷含量随土壤使用年限的增加有不同幅度的增长。由表 4 可知,相关系数  $R$  在 0~10 cm 土层中最低,在 20~30 cm 土层中最高,通过方差分析进行显著性检验,结果为 0~10、10~20 和 20~30 cm 土层中速效磷含量与土壤使用年限相关性明显,  $F$  检验达到极显著水平; 30~40 cm 土层中的相关性为显著水平; 40~60、60~80 cm 土层中速效磷与土壤使用年限相关性不显著。

表 3 不同土层全磷含量与土壤使用年限的相关性分析结果

Table 3 The correlation coefficients between total P and planting years		
土层 Soil layer	相关方程 Correlation equation	相关系数 Correlation coefficient
0~10 cm	$y=0.0153x+1.1199$	0.7074
10~20 cm	$y=0.0247x+0.9073$	0.9415
20~30 cm	$y=0.0449x+0.475$	0.9584
30~40 cm	$y=0.0358x+0.3498$	0.9579
40~60 cm	$y=0.0287x+0.3181$	0.8812
60~80 cm	$y=0.0312x+0.2878$	0.9730

表 4 不同土层速效磷含量与土壤使用年限的相关性分析结果

Table 4 The correlation coefficients between available P and planting years		
土层 Soil layer	相关方程 Correlation equation	相关系数 Correlation coefficient
0~10 cm	$y=4.3683x+258.83$	0.7074
10~20 cm	$y=6.2998x+197.55$	0.7666
20~30 cm	$y=13.652x+23.657$	0.9683
30~40 cm	$y=8.8887x+3.3904$	0.9645
40~60 cm	$y=6.3611x-5.9369$	0.9055
60~80 cm	$y=5.7855x-14.948$	0.8786

3 结论

日光温室土壤中由于长期大量施用磷肥,使得 0~30 cm 土层中磷素与大田相比有大量积累,30~80 cm 土层磷素含量也有不同程度的增加,且随着使用年限的增加而更加明显。日光温室土壤磷素不仅在表层积累,同时也在土壤剖面下层出现积累,这一现象可能与土壤磷素向下运移有关。耕层土壤全磷与速效磷的相关性达到显著水平。土壤使用年限与全磷的相关性达到显著水平,与速效磷的相关关系在 0~40 cm 土层显著,而在 40~80 cm 土层不显著。

参考文献

[1] Iseman K. Share of agriculture in nitrogen and phosphorus emissions into the surface waters of Western Europe against the background of their eutrophication[J]. Fert Res, 1990, 26: 253-269.

[2] Heckrath G, Brookes P G, Poulton P R et al. Phosphorus leaching from soils containing different phosphorus concentrations in the Broad balk Experiment[J]. J Environ Qual, 1995, 24: 904-910.

[3] Hooda P S, Moynagh M, Svoboda I F, et al. Phosphorus loss in drain flow from intensively managed grassland soils[J]. J Environ Qual, 1999, 28: 1235-1242.

[4] Su D C, Yang F, Zhang F S. Profile characteristics and potential environmental effect of accumulated phosphorus in soils of vegetable fields in Beijing[J]. Pedosphere, 2002, 12(2): 179-184.

[5] 鲁如坤, 时正元, 顾益初. 土壤积累态磷研究—II. 磷肥的表现积累利用率[J]. 土壤, 1995, 27(6): 286-289.

[6] 鲁如坤. 土壤农业化学分析法[M]. 北京: 中国农业出版社, 1999.

[7] 王新民, 侯彦林. 日光温室土壤磷素形态及其空间分布特性研究[J]. 农业环境科学学报, 2004, 23(1): 72-75.

[8] 王新民, 王卫华, 侯彦林. 豫北蔬菜保护地土壤磷素形态及其空间分布特性研究[J]. 土壤, 2004, 36(2): 173-176.

[9] 赵晓齐, 鲁如坤. 有机肥对土壤磷素吸附的影响[J]. 土壤学报, 1991, 28(1): 7-13.

[10] 鲁如坤. 土壤与植物营养[M]. 北京: 化学工业出版社, 1998.

Study on the Status of Phosphorus of Vegetable Soil under Solar Greenhouse for Different Planting Years in Suburb of Shenyang City

WANG Si-lin<sup>1,2</sup>, LIANG Cheng-hua<sup>1</sup>, DU Li-yu<sup>1</sup>

(1. Shenyang Agricultural University, Shenyang, Liaoning 110161, China; 2. Shenyang Institute of Chemical Technology, Shenyang, Liaoning 110142, China)

**Abstract:** This research studied the vertical distribution of total P and available P in a soil of vegetable field under solar greenhouse for different planting years in Shenyang. The main results showed that most of the total P and available P in the soil was concentrated in the cultivated layer of 0~30 cm and with the depth increasing in the soil profile, the contents of total P and available P were all decreased. The analysis of correlation showed: the correlation of total P and available P were remarkable in the soil layer of 0~80 cm; the correlation of planting years of solar greenhouse and total P were remarkable in the soil profile; the correlation of planting years of solar greenhouse and available P were significantly, remarkable and unremarkable in the soil layer of 0~30 cm, 30~40 cm, 40~80 cm. Contents of phosphorus in the greenhouse soil, especially available P, was much higher than ordinary garden soil and with the planting years increasing in the greenhouse, the contents of phosphorus were increasing. It should be noted that the use of phosphorus fertilizer in production.

**Key words:** Solar greenhouse; Soil profile; Phosphorus; Shenyang