

种植年限对蔬菜大棚土壤肥力的影响

熊汉琴^{1,2}, 王朝辉², 宰松梅²

(1. 汉中职业技术学院(东区), 陕西 汉中 723100; 2. 西北农林科技大学资源环境学院, 陕西 杨凌 712100)

摘 要:选取不同种植年限蔬菜大棚、露天菜地和一般农田, 测定了土壤 pH 值、有机质、全氮、硝态氮、铵态氮、速效 P、速效 K 和阳离子代换量等主要养分。结果表明: 大棚土壤 pH 值小于露天菜地、小于农田土壤, 随种植年限的延长土壤逐渐酸化。3 年以后大棚菜地土壤已明显出现 N、P 严重富集, K 含量降低, 不同种植年限大棚土壤阳离子代换量随种植时间延长而下降。7 年以后的大棚已大部分出现肥力障碍。

关键词: 蔬菜; 大棚; 种植年限; 土壤肥力

中图分类号: S606

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2007)03-0137-03

Influence of Cropping Duration on Soil Fertility in Vegetable Green-house

XIONG Han-qin^{1,2}, WANG Zhao-hui², ZAI Song-mei²

(1. Hanzhong Technical College, Hanzhong, Shaanxi 723100, China; 2. College of Resources and Environmental Science, Northwest Sci-tech University of Agriculture and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: Investigation and determination of several major nutrients in different cropping duration of vegetable, air-opening vegetable and cereal crop soils, chemical characteristic such as pH, organic matter, total, nitrate N, ammonium N, available P, and available K were invested. The results showed that the pH of the green-house soil was lower than that of the air-opening land soil and lower than that of the cereal cropland soil. The soil has showed obvious tendency to acidification. After 3-year, the green-house soil showed obvious enrichment of N and P, decrease of available K content. The positive ion exchange capacity of the green-house soil tends to decrease with the extension of green-house age. Soil in 7 year old green house showed obvious constrains of fertility.

Key words: vegetable; green-house; cropping duration; soil fertility

随着经济发展和人民生活水平的提高, 蔬菜产业迅猛发展, 保护地蔬菜种植已经成为广大农村的一项主要的支柱性产业, 也是农民增收、农业增效的重要途径。保护地栽培人为改变了传统露天菜地种植的土壤环境, 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^[1]。合理施肥是蔬菜优质高产的关键, 但在广大菜区并未引起重视, 仍然是“肥大水勤”, “肥随水走, 一水一肥”的传统施肥模式。特别是近年来, 化学肥料的使用量越来越高, 在一些地方, N 肥用量已高达 3 300 kg/hm², P 肥高达 995 kg/hm²^[2,3], 超过作物实际需求量的数倍。不仅造成肥料资源的大量浪费, 影响蔬菜品质, 还会引起养分在土壤中累积, 对土壤、水体和大气等生态环境构成潜在威胁^[4]。本文以一般农田为对照, 研究了不同种植年限对蔬菜大棚土壤肥力的影响。

1 材料与方法

大棚蔬菜土壤肥力调查试验在 2005 年 3 月取土化验, 地点主要位于陕西汉中南部过街楼, 北部梧桐, 西部白渡, 东部胡家扁。所有大棚在建棚前均为水稻—油菜轮作的农田, 栽培设施以中小塑料拱棚居多, 主要蔬菜为黄瓜、西红柿、西葫芦、菜豆、茄子、芹菜、莴笋。

1.1 样品采集

依大棚种植年限不等(1, 3, 5, 7, 9)设 5 个处理, 和大棚临近的露天菜地和农田作对照, 每种类型菜地和农田分别选

取 4 个不同的田块, 根据其面积大小每块地采 3~5 个样点, 所采土样为耕层(0~20 cm), 土样混合, 混合后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的速效氮和水分, 其余土壤风干后研磨过筛保存, 用于测定土壤 pH、有机质、全 N、速效 P、速效 K、阳离子代换量。

1.2 样品化验方法

pH 值用电位测定法, 有机质用重铬酸钾—硫酸氧化法, 全 N 用半微量开氏法, 速效 P 测定用 0.5 mol/L NaHCO₃ 浸提——钼锑钨比色法, 速效 K 用醋酸铵浸提——火焰光度法, 阳离子代换量用 EDTA——醋酸铵快速法测定, 土壤的速效态氮(硝态氮和铵态氮)用 1 mol/L 的 KCl 溶液浸提, 浸提液中的硝态氮和铵态氮采用连续流动分析仪测定。

2 结果与分析

2.1 土壤理化性质

2.1.1 大棚菜地土壤 pH 的变化

表 1 土壤 pH 值可以看出: 菜地土壤 pH 值均低于农田土壤 pH 值, 大棚土壤 pH 值显著小于露天菜地土壤 pH 值, 随着大棚种植年限的增加, 土壤逐渐酸化, 且差异显著。菜地土壤酸化主要是由于有机肥施用量少, 土壤缓冲能力降低, 长期超量施用单一化肥, 尤其是生理酸性肥料。虽然一般认为, 大多数蔬菜适宜在微酸性及中性土壤中生长^[5,6], 但如果大量施用酸性肥料, 随着种植年限的延长, 土壤极度酸

* 收稿日期: 2006-06-07

基金项目: 国家自然科学基金项目(40201028 和 30370843); 农业部“948”重大研究项目(2003-Z53)

作者简介: 熊汉琴(1968-), 女, 陕西汉中, 人, 硕士研究生, 主要从事养分管理及生态效应方面的研究。

化时,会直接破坏根的生理机能,降低土壤中 P、Ca、Mg 等元素的有效性,诱发缺素症,抑制微生物活性,出现蔬菜生长不良,早衰,甚至死亡,影响产量和品质。因此,可通过增施有机肥,减少酸性肥料和氮肥用量,施用生理碱性肥料等措施有效地控制酸化^[7]。

表 1 土壤 pH 变化

棚龄/a	采样地点				平均值
	过街楼	梧风	白渡	胡家扁	
1	6.88	6.95	6.32	6.78	6.73 ab
3	6.63	6.75	6.18	6.70	6.57 bc
5	6.68	6.50	6.05	6.00	6.30 d
7	6.32	6.58	5.89	6.25	6.26 d
9	6.85	6.45	6.35	5.98	6.40 cd
露天菜地	7.02	6.92	6.50	6.90	6.84 a
农 田	7.04	7.00	6.65	6.98	6.92 a

注: LSD_{0.05}= 0.26

2.1.2 土壤有机质

大棚土壤有机质含量见表 2- 2, 情况表明, 大棚土壤有机质含量为 18.7~ 40.3 g/kg, 平均含量为 30.8 g/kg, 露天菜地土壤有机质含量为 15.1~ 23.9 g/kg, 平均含量为 19.8 g/kg, 相邻农田土壤有机质含量为 14.4~ 20.1 g/kg, 平均含量为 17.2 g/kg, 大棚土壤有机质含量显著比露天菜地增加了 55.6%, 比农田显著增加了 79.1%。说明大棚菜地有机肥的投入量大于露天菜地, 农田的有机质含量最低。但随着种植年限的延长, 1~ 5 年大棚土壤有机质有增加的趋势, 7 年以后大棚土壤有机质含量有所降低, 差异显著。分析原因主要由于刚建棚时有机肥施用较大, 农民除秸秆还田外, 还施鸡粪、牛粪等, 而 5 年以后大棚由于常年种植, 有的甚至常年连作, 棚内出现病害, 蔬菜产量下降, 农民积极性受到影响, 所投入的有机肥料量也大大减少。另外 7 年以后的大棚(包括 7 年) 菜农喜欢在炎热的夏天采用高温闷棚来为土壤消毒, 这样在高温、高湿的条件下, 加速了土壤有机质的分解消耗。

表 2 土壤有机质含量 g/kg

棚龄/a	采样地点				平均值
	过街楼	梧风	白渡	胡家扁	
1	18.7	23.5	27.8	25.1	23.8 c
3	22.3	31.7	32.5	35.8	30.6 b
5	29.8	37.5	30.2	39.3	34.2 a
7	23.9	40.3	37.8	31.5	33.4 a
9	25.6	36.2	27.4	38.1	31.8 ab
露天菜地	15.1	19.2	20.8	23.9	19.8 d
农 田	14.4	16.5	20.1	17.9	17.2 d

注: LSD_{0.05}= 3.16

表 3 土壤全 N 含量 g/kg

棚龄/a	采样地点				平均值
	过街楼	梧风	白渡	胡家扁	
1	0.78	1.02	0.86	0.95	0.90 cd
3	1.22	0.70	1.35	1.12	1.10 bc
5	1.43	0.95	1.02	1.26	1.16 a
7	0.82	0.79	1.64	1.23	1.12 b
9	1.09	1.32	1.49	0.70	1.15 b
露天菜地	0.61	0.89	0.77	0.93	0.80 d
农 田	0.96	0.52	0.62	0.80	0.72 d

注: LSD_{0.05}= 0.212

2.1.3 土壤全 N

从表 3 可以看出, 大棚菜地土壤全 N 含量为 0.7~ 1.64 g/kg, 平均为 1.21 g/kg, 露天菜地土壤全 N 含量为 0.61~ 0.93 g/kg, 平均为 0.80 g/kg, 相邻农田土壤全 N 含量为 0.52~ 0.96 g/kg, 平均为 0.72 g/kg, 大棚菜地土壤全 N 比

露天菜地土壤全 N 显著增加了 51.25%, 比农田显著增加了 68.06%, 不同种植年限大棚土壤全 N 含量与棚龄无确定关系, 5 年大棚土壤全 N 含量最高, 差异显著, 平均为 1.76 g/kg。随着种植年限延长, 有的大棚土壤全 N 含量大幅度下降, 9 年大棚有一样本值为 0.70 g/kg, 而有的大棚土壤全 N 含量变幅较小。这可能与不同农户的施肥和管理有关。

2.1.4 速效态氮

(1) 硝态氮。从表 4 土壤中硝态氮含量可以看出, 农田耕层土壤中硝态氮含量较低, 而菜地较高, 尤其大棚菜地土壤, 大棚菜地土壤硝态氮含量平均为 29.2 mg/kg, 比露天菜地显著增加了 226.7%, 比农田显著增加了 318.9%。主要原因: 一般在建棚之初每棚施腐熟鸡牛粪 2 t 以上, 每年每茬再追施适当的碳铵、尿素、人粪尿, 施入 N 量超过作物吸收的 1~ 3 倍, 大量的含 N 化肥及有机肥料分解产物在好气条件下经硝化作用转化为硝态氮累积在土壤中, 导致大棚土壤中硝态氮含量急剧上升, 同时大棚薄膜的覆盖不仅阻挡了降水对土壤硝态氮的自然淋洗, 而且提高了棚内土壤温度, 增加了土壤水分蒸发, 耕层硝态氮的含量随着大棚种植年限的增加逐渐增加, 使硝态氮在耕层大量累积。至种植 5 年达到最高, 之后随种植年限的增加逐渐减少, 差异较显著, 这可能与汉中市大棚种植 5 年左右改变耕作方式有关, 土壤中的硝态氮易溶于水, 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溶或改为水田后, 土壤中的硝态氮含量会迅速下降。

(2) 铵态氮。从表 5 土壤铵态氮情况可反映出, 大棚菜地土壤铵态氮含量为 96.7~ 182.6 mg/kg 平均为 129.2 mg/kg, 露天菜地土壤铵态氮含量为 78.4~ 121.5 mg/kg, 平均为 98.9 mg/kg, 相邻农田土壤铵态氮含量为 65.8~ 88.4 mg/kg, 平均为 77.6 mg/kg, 大棚土壤铵态氮含量比露天菜地显著增加了 30.6%, 比相邻农田显著增加了 66.5%。说明大棚菜地土壤 N 肥投入量> 露天菜地> 农田, 随棚龄延长土壤铵态氮有增加的趋势, 1 年和 5 年大棚土壤铵态氮含量差异显著, 5 年和 7 年大棚土壤铵态氮含量差异不显著。

比较同一类型田块的硝态氮、铵态氮含量会发现, 土壤累积的硝态氮均显著高于铵态氮, 大棚菜地土壤硝态氮累积总量比铵态氮高出 49%, 露天菜地高出 38%, 而一般农田仅高出 7%。

表 4 土壤硝态氮含量 mg/kg

棚龄/a	采样地点				平均值
	过街楼	梧风	白渡	胡家扁	
1	118.95	143.16	127.22	121.35	127.67 c
3	160.80	212.87	197.72	160.92	183.07 b
5	230.23	258.16	222.80	245.23	246.66 a
7	252.17	286.03	206.62	227.09	242.97 a
9	236.11	259.21	279.38	246.71	255.35 a
露天菜地	107.15	99.32	81.25	78.09	91.45 cd
农 田	15.82	26.78	37.92	19.13	24.59 d

注: LSD_{0.05}= 18.87

2.1.5 速效 P

表 6 土壤速效 P 含量情况表明, 大棚土壤速效 P 的含量为 74.6~ 240.2 mg/kg, 平均含量为 136.6 mg/kg, 露天菜地土壤速效 P 的含量为 25.9~ 80.5 mg/kg, 平均为 55.7 mg/kg, 相邻农田含量为 18.3~ 40.7 mg/kg, 平均为 28.1 mg/kg。大棚土壤速效 P 含量比露天菜地显著增加了 145.2%, 比农田显著增加了 386.1%, 菜地土壤速效 P 含量较高, 主要原因是农民注重瓜、果蔬菜 P 肥的施用, 而大田作物 P 肥施用量较小。汉中市菜农由于过量往大棚菜地施 P 肥, 导致土壤中 P 含量过剩。同时又由于各农户施肥标准差异较大, 导致不同大棚土壤速效 P 含量差异也较大。在 1~ 5 年大棚土壤中速效 P 含量几乎呈直线上升, 7 年以后大棚土壤速效

P 含量随种植时间延长有下降趋势,但土壤中速效 P 含量仍较高。9 年大棚土壤速效 P 含量平均为 139. 2mg/kg,比农田显著增加 395. 4%。可见,大棚土壤 P 含量较丰富,主要原因是过量的施磷肥导致磷在土壤中大量累积^[8]。

表 5 土壤中铵态氮含量 mg/ kg					
棚龄/a	采样地点				平均值
	过街楼	梧风	白渡	胡家扁	
1	50. 71	67. 62	70. 85	62. 92	63. 03 c
3	97. 35	85. 41	102. 15	125. 33	102. 56 b
5	137. 35	110. 22	125. 65	142. 48	128. 92 a
7	150. 01	96. 35	119. 42	123. 51	122. 32 a
9	128. 55	80. 43	103. 82	162. 65	118. 86 a
露天菜地	45. 35	56. 78	48. 85	75. 72	56. 68 c
农 田	20. 25	18. 93	27. 61	24. 56	22. 83 d

注: LSD_{0.05}= 21. 57

表 6 土壤速效 P mg/ kg					
棚龄/a	采样地点				平均值
	过街楼	梧风	白渡	胡家扁	
1a	74. 6	104. 4	112. 2	139. 3	107. 6 c
3a	96. 4	168. 4	139. 8	118. 3	130. 7 b
5a	102. 1	145. 0	240. 2	129. 8	154. 2 a
7a	118. 4	209. 3	106. 4	171. 3	151. 4 a
9a	110. 1	135. 8	169. 4	141. 5	139. 2 ab
露天菜地	25. 9	69. 8	46. 4	80. 5	55. 7 d
农 田	18. 3	24. 6	40. 7	28. 9	28. 1 d

注: LSD_{0.05}= 30. 55

2.1.6 速效 K

大棚土壤速效 K 的含量情况见表 7。大棚土壤速效 K 含量为 64. 3~ 198. 7 mg/kg,平均含量为 108. 4 mg/kg,露天菜地土壤速效 K 含量为 95. 2~ 155. 4 mg/kg,平均含量为 123. 6 mg/kg,相邻农田速效 K 含量为 90. 5~ 139. 4 mg/kg,平均为 112. 6 mg/kg,大棚土壤速效 K 比露天菜地下降 312. 3%,比相邻农田下降了 3. 7%。随着大棚种植时间延长,土壤中速效 K 呈降低趋势,1 年和 5 年、7 年大棚土壤速效 K 含量差异达显著水平。原因主要是菜农受露天菜地栽培习惯影响,不注重补充化学钾肥,土壤中 K 素主要来源于秸秆和草木灰以及粪尿肥。大棚种植的作物一般以瓜、果类蔬菜品种较多,它们相对于叶菜类蔬菜吸 K 量大。据吕英华报道,适宜番茄生长的速效钾含量为 270. 0 mg/kg,蔬菜吸钾是大田作物的 1. 92 倍^[9]。调查发现,5 年以上的大棚已出现了严重缺 K 症状。

2.2 土壤阳离子交换量

表 8 的情况表明,大棚菜地土壤阳离子交换量为 22. 4~ 34. 5 cmol/kg,平均为 28. 5 cmol/kg;露天菜地土壤阳离子交换量为 25. 1~ 27. 3 cmol/kg,平均为 26. 1 cmol/kg;农田土壤阳离子交换量为 26. 4~ 30. 1 cmol/kg,平均为 28. 0 cmol/kg。大棚菜地土壤阳离子交换量比露天菜地增加了 9. 3%,比农田增加

了 1. 9%。结果表明大棚菜地土壤保蓄养分能力比露天菜地强,不同种植年限大棚土壤阳离子交换量依次是 1 年> 3 年> 5 年> 9 年> 7 年,可能与土壤酸化有关。

表 7 土壤速效 K mg/ kg					
棚龄/a	采样地点				平均值
	过街楼	梧风	白渡	胡家扁	
1a	93. 5	148. 4	106. 3	173. 9	130. 5 a
3a	198. 7	80. 5	72. 9	137. 5	122. 4 ab
5a	88. 5	72. 3	163. 9	104. 7	107. 1 c
7a	120. 8	77. 9	85. 2	98. 9	95. 9 cd
9a	108. 5	81. 0	64. 3	91. 7	86. 2 d
露天菜地	155. 4	95. 2	113. 6	130. 2	123. 6 a
大 田	120. 5	139. 4	100. 1	90. 5	112. 6 bc

注: LSD_{0.05}= 19. 69

表 8 土壤阳离子交换量 cmol/ kg					
棚龄/a	采样地点				平均值
	过街楼	梧风	白渡	胡家扁	
1	28. 7	31. 5	26. 3	34. 9	30. 4 a
3	34. 5	26. 3	30. 5	29. 1	30. 1 a
5	33. 3	23. 5	29. 6	27. 8	28. 6 b
7	31. 6	24. 8	22. 4	28. 1	26. 7 b
9	27. 8	31. 2	25. 5	23. 1	26. 9 b
露天菜地	25. 8	27. 3	25. 1	26. 0	26. 1 b
农 田	26. 4	28. 5	30. 1	26. 9	28. 0 ab

注: LSD_{0.05}= 2. 86

3 结 论

从调查情况分析,菜地土壤 pH 值均低于相邻农田 pH 值。大棚土壤 pH 随种植年限延长而下降。不同种植年限大棚土壤有机质含量随种植年限延长而增加,大棚土壤硝态氮、速效 P 含量表现出严重富集现象,其次是铵态氮,K 含量严重偏低,因此,大棚土壤 N、P、K 比例失调。大棚土壤阳离子交换量有随棚龄增加而下降的趋势。说明大棚土壤的保肥能力随种植年限的增加而下降,大棚菜地土壤中 P 含量已出现严重富集,N 含量也超过作物的需 N 量,但 K 含量偏低,一般蔬菜正常生长时要求的三者供应比例在 1: 0. 13: 1. 08 左右^[10]。汉中市大棚菜地三者供应比例为 1: 0. 5: 0. 4,可见,与高额的 N、P 肥用量相比,K 肥投入明显偏低,这既不利于作物的吸收利用,还会导致养分在土壤中大量残留和累积,又抑制 B、Cu、Mg、Zn 等营养元素的吸收而出现生理缺素症状。

大棚菜地由于施肥量较露天菜地和农田大,加之开始建棚时注重有机肥料的投入,但随着种植时间的延长菜农只注重大量施化学肥料,尤其是 N、P 肥,而忽视了 K 肥施用,导致土壤出现明显的酸化趋势,N、P 富集,K 含量较低,导致养分失调、土壤板结、保肥力降低,可能除和种植年限有关外,还与施用有机肥、化肥品种和数量有关,这些问题还有待于进一步研究。

参考文献:

[1] 黄锦法. 稻麦轮作改为保护地菜田土壤肥力质量的演变[J]. 植物营养与肥科学报, 2003, 9(1): 19- 25.
[2] 王朝辉, 宗志强, 李生秀. 菜地和一般农田土壤养分累积的差异[J]. 应用生态学报, 2002, 13(9): 1091- 1094.
[3] 贾继文, 李文庆, 陈宝成. 山东保护地蔬菜土壤的肥力和施肥[M]. 南京: 河海大学出版社, 1997. 73- 75.
[4] 张维理, 田哲旭, 张宁, 等. 我国北方农用氮肥造成地下水、硝酸盐污染的调查[J]. 植物营养与肥科学报, 1995(2): 80- 87.
[5] 吕英华. 无公害蔬菜施肥技术[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003.
[6] 劳秀荣, 张漱茗. 保护地蔬菜施肥新技术[M]. 北京: 中国农业出版社, 1999.
[7] 朱国鹏, 王玉彦, 刘士哲, 等. 设施栽培土壤养分及其调控技术[J]. 江苏农业科学, 1998(1): 70- 73.
[8] 张 强, 陈明昌. 磷肥在石灰性土壤中的固定及其肥效演变[J]. 山西农业科学, 1994, 22(2): 48- 50.
[9] 沈火林. 无公害蔬菜水果生产手册[M]. 北京: 科学技术文献出版社, 2003.
[10] Cai S- Z, Chen Z- D. Nutrition and Fertilization Technology of Vegetables[M]. Qingdao: Qingdao Science and Technology Press, 1997. 1- 8.