

不同利用年限蔬菜温室土壤性质垂直变化研究

郭文龙, 党菊香, 郭俊炜, 高峰, 鱼彩彦

(咸阳职业技术学院, 陕西 咸阳 712000)

摘要: 为了进一步摸清温室土壤性质的垂直变化与蔬菜作物生长的关系, 采取野外调查、实验室分析等方法。对不同利用年限温室土壤的主要肥力指标进行综合研究, 结果显示蔬菜温室土壤次生盐渍化、酸化、硝酸盐含量与利用年限呈正相关。温室土壤全盐含量自上而下呈现出高 - 次高 - 低 - 中的变化规律, 盐分主要集中在根系密集的 0 - 40 cm 土层; 耕层土壤全盐量变幅在 1.3 ~ 5.7 g/kg 之间, 平均为 3.2 g/kg, 属重度盐害。中度盐害程度以上 (总盐 > 2.0 g/kg) 的占调查对象的 75%, 全剖面中, 随着土层的下移, 盐害程度逐渐降低。耕层 pH 均值 7.96, 与对照相比, 下降 0.61 个单位。60 - 80 cm 的土层 pH 均值 8.3, 呈碱性, 与对照相比, 平均下降 0.27 个单位, 温室土壤 0 - 80 cm 内 pH 值呈不同程度的下降, 有一定的“弱酸化”现象。耕层土壤硝酸盐平均高达 63.3 mg/kg, 是对照的 5.5 倍, 60 - 80 cm 土层硝酸盐则是对照的 6.8 倍。全土壤剖面硝酸盐淋洗现象明显。除特殊的温室环境影响外, 主要归因于有机肥用量少, 过量或偏施化肥, 常年连作, 不合理灌排等。

关键词: 土壤性质; 垂直变化; 蔬菜温室

中图分类号: S606.1

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2009)02-0262-03

A Study on the Vertical Change of Greenhouse Soil Quality for Vegetables in Different Duration

GUO Wen-long, DANG Ju-xiang, GUO Jun-wei, GAO Feng, YU Cai-yan

(Xianyang Vocational Technical College, Xianyang, Shaanxi 712000, China)

Abstract: Field research and lab analysis are used to clarify the relation between the vertical change of greenhouse soil quality and the growth of vegetables. In vegetable greenhouse, a vertical change of the soil quality shows the salt accumulation and acidulation are increasing with cultivation years. The salt accumulation appears to be regularly changed arranging from high, less, low to medium, which is mainly in root-densed soil level, 0 - 40 cm. The salt accumulation in cultivate soil level range from 1.3 g/kg to 5.7 g/kg, which is heavy salt harm. Medium salt harm and above (total salt > 2.0 g/kg) takes 75% of the survey. On the section, with the soil lower, the degree of salt harm reduces successively. pH is averagely 7.96 in cultivated level, which reduce 0.61 in comparison. pH in soil level 60 - 80 cm is average 8.3 and appears to be alkaline, which reduces 0.27 in comparison. pH in soil level 0 - 80 cm reduces to different extent and appears to be weak acid. NO_3^- - N in cultivated soil level reaches 63.3 mg/kg, 5.5 times of the control, and 6.8 times in 60 - 80 cm, which proves to be NO_3^- - N leaching loss. The reason is owing to over fertilizer, poor organic manure, continuous cropping, illogical irrigation, etc.

Key words: soil quality; vertical change; vegetable greenhouse

蔬菜温室栽培具有较高的产量和经济效益, 据调查温室蔬菜肥料施用量是大田作物 4 ~ 6 倍, 高出蔬菜作物实际需肥量的 6 ~ 8 倍。由于温室特殊的环境, 随着利用年限增加, 往往出现土壤养分失衡、土壤次生盐渍化、酸化、硝酸盐深层淋洗等一系列性质劣

变。导致温室土壤肥力下降, 蔬菜品质降低, 严重地影响着温室蔬菜的生产。目前温室蔬菜土壤环境问题研究多集中在 20 cm 耕层土壤, 土壤环境垂直变化研究则较少。为此, 于 2003 - 2007 年对温室土壤性质垂直变化与作物生长的关系进行了专题研究。

* 收稿日期: 2008-12-15

基金项目: 咸阳职业技术学院科研基金 (07C02)

作者简介: 郭文龙 (1962 -), 男, 陕西富平人, 硕士, 高校讲师, 主要研究方向为土壤环境及农业技术推广。E-mail: yznxgw1@163.com

1 研究区概况

研究区设在泾阳县云阳镇樊尧村日光温室蔬菜种植区,棚龄 1~14 a,主栽品种为番茄。研究区(云阳镇)位于北纬 34°33',东经 108°49',海拔高度 427.4 m,年平均气温 13.1℃,5 cm 平均地温 14.4℃,1 月平均气温 -1.5℃,7 月平均气温 26.4℃,年较差 27.9℃,年平均降雨量 551.1 mm,无霜期 212 d。温室总面积 45 hm²,单栋温室面积 0.03~0.11 hm²。试验区土壤系黄土母质发育成的塬土,建温室前土壤质地中壤或重壤,有机质含

量 9.7 g/kg,全氮 0.71 g/kg,全磷 1.52 g/kg,全钾 26.0 g/kg,速效 N、P、K 含量依次为 48、7.5、185 mg/kg,pH 值 8.5。灌溉条件优越。

温室蔬菜有机肥以鸡粪为主,平均 120 m³/hm²,化肥施用量复合肥约 5.4 t/hm²,硫酸钾约 1 t/hm²,普通过磷酸钙约 3.9 t/hm²,单质氮肥施用较少。年化肥施用总量约 10.3 t/hm²。而对照年均施肥总量 1.35 t/hm²。温室蔬菜用肥是对照的 6~8 倍。肥料投资比例占总投资的 40%以上,番茄平均产量为 75 t/hm²。纯收益平均 10.8 万元/hm²,详见表 1。

表 1 温室番茄施肥效益评价

平均单产/ 产品均价/ (t·hm ⁻²) (元·t ⁻¹)		温室各项投资/(万元·hm ⁻²)							毛收入/ (万元·hm ⁻²)	纯收入/ (万元·hm ⁻²)	肥料投 资比/%	产投比
肥料	保温材料	农药	种子	灌溉	其他	合计						
75.00	2400.00	3.20	3.00	0.45	0.15	0.25	0.15	7.20	18.00	10.80	44.40	1.5 1

2 试验材料与方法

选择地力和栽培管理措施有代表性的温室作为研究对象。按利用年限(棚龄)<5 a、6~9 a、10 a 设 3 处理,同一棚龄随机选 3 个温室作为重复,以露天菜田为对照,同时进行肥料调查和土样采集。

依次采集土壤剖面 0-20、20-40、40-60、60-80 cm 深度的土样,每个温室同一土层的土样混合,共采集温室土壤剖面样品 4×3×3=36 个,

样品分析除硝态氮含量测定用新鲜土样,其余均为通过 20 目或 60 目筛孔的风干样。分析项目包括 pH、全盐、有机质、硝态氮等。各项的分析测定方法见文献[3]。土壤 pH 用电位法,全盐用重量法,有机质用重铬酸钾容量法,硝态氮用酚二磺酸比色法。

3 结果与分析

不同年限温室不同深度土壤 pH、全盐、硝态氮、有机质含量分析结果见表 2。

表 2 温室土壤性质垂直变化结果统计

棚龄/a	0-20 cm				20-40 cm				40-60 cm				60-80 cm			
	pH	全盐	NO ₃ ⁻ -N	有机质	pH	全盐	NO ₃ ⁻ -N	有机质	pH	全盐	NO ₃ ⁻ -N	有机质	pH	全盐	NO ₃ ⁻ -N	有机质
<5	8.06	2.23	33.9	18.3	8.22	2.6	19.2	10.3	8.33	1.7	16.6	9.1	8.37	1.9	14.8	9.4
6~9	7.93	3.33	62.0	12.5	8.17	3.2	49.8	10.7	8.23	2.3	40.3	5.3	8.30	2.8	33.4	6.8
10	7.90	3.93	104.1	17.3	8.21	2.6	25.7	13.6	8.24	1.4	29.3	8.8	8.19	1.4	35.8	5.9
平均	7.96	3.20	63.3	16.0	8.20	2.8	34.4	11.6	8.27	1.8	28.7	7.6	8.30	2.1	27.3	7.5
最大	8.32	5.70	197.0	20.7	8.48	4.9	95.0	15.6	8.52	4.7	40.0	11.0	8.52	6.4	40.2	12.1
最小	7.73	1.30	16.6	7.9	7.96	1.0	11.8	3.5	8.03	0.6	10.0	2.0	8.01	0.9	12.4	2.4
CK	8.57	3.2	11.5	12.5	8.60	2.0	9.3	1.0	8.60	3.8	8.0	8.1	8.57	3.6	4.0	6.1
结论	酸化	盐化	较高	低	酸化	盐化	较高	低	酸化	特殊	较高	低	酸化	特殊	较高	极低
评价	+	±	±	-	+	-	±	-	+	±	-	-	+	±	-	-

注:全盐、有机质的单位 g/kg,NO₃⁻-N 的单位 mg/kg。

3.1 土壤 pH 值垂直变化

温室土壤 0-80 cm 内 pH 值与对照相比都呈现出不同程度的下降,“弱酸化”迹象明显。其中耕层(0-20 cm)pH 值平均为 7.96,虽呈碱性,与对照相比下降了 0.61 个单位。60-80 cm 的土层 pH 值平均为 8.3,仍呈碱性,pH 值与对照相比,平均下降 0.27 个单位,表明温室土壤整个剖面通体都有“弱酸化”现象。究其原因,一是长期施用化肥,尤其

是氮肥和生理酸性肥,硝化细菌活动使 NH₄⁺-N 转化为硝酸;随硝酸盐含量的升高,土壤 pH 值有一定的下降,耕层土壤 pH 值<7.96 的硝酸盐含量在 38.6~197.0 g/kg 之间。二是施用有机肥过多时,分解过程中产生大量有机酸和碳酸,适宜的水热环境条件使植物根系和土壤微生物的代谢作用旺盛,产生大量的 CO₂;三是频繁地灌溉使土壤溶液中的盐基离子随水淋洗,而土壤溶液中的 H⁺ 取代土壤胶

体上的盐基离子,使胶体上不断吸附更多的 H^+ 。pH 值的变化,会对土壤微生物活性、矿物质和有机质的分解、氧化还原电位(Eh)、根系的吸收功能等产生一定影响,尤其是影响养分的释放、固定和迁移。而对照土壤剖面各土层有机质含量变化梯度不大,pH 值变幅也较小,均大于 8.5,为强碱性。因表层土壤缓冲性较底土层强,由对照土壤的强碱性反应到温室土壤的碱性反应的“弱酸化”现象,对大多数作物和土壤有益微生物(消化细菌、固氮菌、纤维分解菌等)的生长更为适宜,同时,某些有害微生物的活性也相应增强。随利用年限延长,温室土壤酸化趋势加重($pH < 7$)而带来的负面影响不可轻视。

3.2 土壤全盐量垂直变化

温室土壤盐害程度的大小,不仅要看土壤全盐量、而且要看盐分在整个剖面中的动态变化及盐分的组成。研究表明,温室土壤盐分表聚现象较为严重,从盐分组成来看,土壤水溶性盐中的离子主要包括 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 K^+ 、 Na^+ 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 NO_3^- 、 HCO_3^- 等离子^[1]。温室土壤耕层全盐量变幅在 1.3 ~ 5.7 g/kg 之间,平均为 3.2 g/kg,属重度盐害。中度盐害程度以上(总盐 > 2.0 g/kg)的占调查对象的 75%,全剖面中,随着土层的下移,逐渐降低。全盐量基本呈高-次高-低的变化规律,而在中下层略有升高。相反,对照土壤全剖面各层总盐量的变化是呈现出高-低-高的规律。因露地耕层除受施肥、灌溉等人为复盐作用的影响外,蒸发作用和相对强的淋溶作用的交替进行, $> 40 - 60$ cm 处土层开始出现碳酸钙含量较高的钙积层,此层全盐量骤然升高。所以,温室土壤次生盐渍化,主要归因于过量施用化肥(硫酸盐、盐酸盐等)和特定的环境条件。周年中长时间覆膜,雨水淋洗时间较短,加之相对较高的棚室温度,水分蒸散量大,含盐分较高的地下水上升。低淋溶条件下土壤水分“上升型”运动,“水去盐留”而使表层土壤盐分积聚,盐害症状一般表现为:表土出现白色盐结晶,影响种子萌发,出苗差,根系细而少,地上部分生长缓慢,茎细,叶色变浓,叶片微卷曲,叶缘焦枯,甚至脱落。尤其幼苗生长不良,黄化弱小,严重时整株枯萎死亡^[2]。番茄、黄瓜、菜豆等耐盐性较差的作物盐害较为常见。

3.3 土壤硝态氮垂直变化

硝酸盐既是土壤盐分组成重要离子之一,又是蔬菜作物喜好的氮素形态。在反映蔬菜温室土壤养分状况时,必须考虑各种养分的动态变化。 NO_3^- 离子带负电荷,在土壤中的移动性较大,易被淋洗。研究发现,无论温室、对照,全土壤剖面粉层硝态氮

含量最高,且剖面深层仍有一定的硝酸盐累积。温室土壤耕层较高的硝酸盐,平均高达 63.3 mg/kg,是对照的 5.5 倍,60 - 80 cm 土层硝酸盐则是对照的 6.8 倍。虽然温室土壤每次灌水量比露地小,但灌水频繁,小水频繁渗滤也足以使移动性强的养分淋溶。深层土壤较高含量的硝酸盐,与有机肥、化学氮肥施用量较大,干湿交替频繁的水分管理和雨季淋洗均有一定的关系,说明生产季节持续的“弱淋溶型”和夏季休闲降雨的“强淋溶型”足以使移动性大的硝酸盐淋洗而带来氮素损失。所以控制好氮肥的用量,配合施磷钾肥,推广滴灌、渗灌技术,深耕促其盐分随水下渗和根系下扎,以提高作物对深层硝态氮的利用率,既减轻盐渍化程度,又降低氮素深层损失。在确定土壤供氮水平和施氮量时,应考虑剖面深层土壤含氮水平。

3.4 有机质含量与土壤 pH 值、全盐量、土壤硝态氮含量的关系

温室土壤和对照有机质含量在全剖面中的变化规律是一致的,全剖面均表现为由上向下递减。只是前者因投入有机肥相对较多,耕层有机质含量平均为 16.0 g/kg,变幅为 7.9 ~ 20.7 g/kg,而后者平均仅为 12.5 g/kg。40 cm 以下各层有机质的含量基本 10.0 g/kg。随着有机质含量的增加,棚室土壤 pH 值有所下降。而全盐量变化规律性不强,一种观点认为随有机肥的增加,全盐量会降低;另一种观点则认为随有机质的增高,全盐量也会相应提高,主要原因是动物粪便中富含一定数量的盐分,如鸡粪施用量过多后引起土壤复盐而增强盐害程度。一般地,有机质含量高的土壤,土壤缓冲能力强,硝酸盐的含量也高,但又取决于化学氮肥的用量。化学氮肥的增加,使土壤硝酸盐含量升高的更快。

3.5 土壤 pH 值、有机质、全盐、土壤硝态氮含量与棚龄的关系

研究表明:温室土壤耕层盐分和硝酸盐的含量与棚龄呈一定的正相关。随棚龄的增加,pH 值逐渐下降;一般新建温室有机质含量较高,随后逐年下降,而后再维持在一一定的水平。棚龄愈长,硝酸盐下迁的总量愈多,尤其 6 ~ 9 a 温室土壤 20 - 80 cm 范围含量高达 33 ~ 50 mg/kg,各层全盐在 2.3 ~ 3.3 g/kg 之间。从全剖面看,一般土层愈深,酸化和盐渍化程度愈轻,有机质愈加匮乏,且在一定深度变化趋于相对稳定。深层土壤 pH 值高低和有机质、全盐量、土壤硝态氮含量对作物生长也会产生一定的影响,它在评价温室土壤肥力和保证蔬菜品质方面有重要作用。

(下转第 268 页)

性。有机质和氮素主要受植被覆盖、土壤侵蚀等因素的影响,在中度石漠化强度以上区域,实行退耕还林,封山育林等政策可减弱土壤侵蚀程度,促进有机质和氮素的积累。贵州西部喀斯特石漠化土壤全磷、速效磷含量都处于较低的水平,在耕作上施用磷肥将有明显的增产效果。

(2) 从变异规律来看贵州西部土壤有机质、全氮、全磷和速效磷都以无明显石漠化区域最高,分别为 101.5 g/kg, 4.06 g/kg, 0.75 g/kg, 25.3 mg/kg; 有机质在强度石漠化地区最低,为 28.2 g/kg; 全氮最低也出现在强度石漠化地区,为 1.46 g/kg; 全磷和速效磷最低在极强度石漠化地区,分别为 0.16 g/kg, 5.4 mg/kg。从变异的规律来看,随石漠化的加剧,有机质、全氮、全磷含量逐渐降低,但极强度石漠化地区有机质、全氮含量略有增加,且随石漠化程度的加深其变化越微弱。这主要是由于极强度石漠化地区存在石旮旯等小区域,保存了较好的小生态环境,土壤受的侵蚀相对较小,有机质、全氮得到了积累。

从不同利用方式的变异规律来看,有机质、全氮、全磷和速效磷含量都以林地最高,分别达到 101.5 g/kg, 4.06 g/kg, 0.76 g/kg, 26.1 mg/kg; 最低分别为农用地、退耕还林地、农用地和退耕还林地,含量为 42.71 g/kg, 1.35 g/kg, 0.31 g/kg 和 6.5 mg/kg。在不同的利用方式下,其含量差距明显,且其含量与植被覆盖和土壤利用方式有密切关系,随植被覆盖率降低而降低,随垦殖率的提高而降低。

(3) 石漠化地区生态环境修复。从养分的含量来看,植被覆盖率高的区域要高于植被覆盖率低的区域。在石漠化地区,实行封山育林,可以提高植被覆盖率,减少土壤侵蚀,使得土壤有机质、氮素等得到有效的累积,达到增肥保土的作用。

参考文献:

- [1] 朱安国,林昌虎. 山区水土流失因素综合研究[M]. 贵阳:贵州科技出版社,1995.
- [2] 聂朝俊,罗扬. 浅谈贵州省石漠化治理的基本思路和对策[J]. 贵州林业科技,2003(8):33-55.
- [3] 周政贤,毛志忠,喻理飞,等. 贵州石漠化退化土地及植被恢复模式[J]. 贵州科学,2002(3):17-22.
- [4] 姜德文. 以生态修复为指导思想的水土保持技术路线探讨[J]. 水土保持通报,2004,24(6):86-89.
- [5] 涂成龙,林昌虎,何腾兵,等. 黔中石漠化地区生态恢复过程中土壤养分变异特征[J]. 水土保持通报,2004,24(6):22-25.
- [6] 肖鹏飞,张世熔,黄丽琴,等. 成都平原区土壤速效磷时空变化特征[J]. 水土保持学报,2005,19(4):90-93.
- [7] 刘方,罗海波,舒英格,等. 黄壤旱地-水系统中磷释放及影响因素的研究[J]. 中国农业科学,2006,39(1):118-124.
- [8] 李天安,王玉,刘芳,等. 不同剖面层次土壤磷素运移研究[J]. 土壤与环境,2002,11(3):290-293.
- [9] 黄昌勇. 土壤学[M]. 北京:中国农业出版社,2000.
- [10] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京:中国农业出版社,2000.

(上接第 264 页)

4 结论

温室土壤盐渍化、酸化、硝酸盐含量与棚龄成正相关。温室土壤全盐含量自上而下呈现出高-次高-低-中的变化规律,盐分表聚主要集中在根系密集的 0-40 cm 土层;盐害属“重度”。全土壤剖面硝酸盐下迁富集趋势明显。受淋溶作用影响,全剖面各层硝态氮含量呈稍低-低-极低的变化趋势,土壤供氮能力降低,甚至会污染地下水。施肥应考虑深层硝酸盐利用和淋失利用问题,并要处理好与盐害防除的关系,既降低盐害,又提高氮肥利用率和蔬菜品质,降低对环境污染。

温室土壤性质劣变主要源于不合理的施肥制度。菜农缺乏科学施肥理念和技术指导,肥料结构不合理,有机肥投入量偏低,而化学肥料的比例偏

高,肥料投资比投资不断攀升。尤其是富含磷、钾的化肥超常规施用,导致土壤磷素和钾素超量富集,造成资源浪费。目前,限制温室蔬菜生长的主要障碍因子是土壤养分失衡、盐渍化、酸化、连作危害等。今后应贯彻“增氮、减磷、稳钾、补微”的土壤培肥原则。增施有机肥,适当控制磷、钾化肥用量,选择适宜肥料种类,合理灌排,轮作倒茬。并综合调控光照、温度、水分、气体、病虫害等环境因子。

参考文献:

- [1] 焦坤,李德成. 蔬菜大棚条件下土壤性质及环境条件的变化[J]. 土壤,2003(2):95-96.
- [2] 马国瑞,石伟勇. 蔬菜营养失调症原色图谱[M]. 北京:中国农业出版社,2002:100-102.
- [3] 李酉开. 土壤农业化学常规分析方法[M]. 北京:科学出版社,1983:55-155,166,198.