

高原设施土壤养分和蔬菜硝酸盐含量研究

王 伟¹, 潘 刚², 韩 鹏 辉¹, 张 洪 峰¹

(1. 西藏大学 农牧学院资源与环境学院, 西藏 林芝 860000; 2. 西藏大学 农牧学院科研处, 西藏 林芝 860000)

摘 要:以八一镇设施大棚为对象,研究了不同种植年限设施菜地土壤养分变化以及对硝酸盐累积、不同种类蔬菜硝酸盐含量的影响。结果表明:随着大棚使用年限的增加,土壤基础养分均出现了累积,硝态氮累积较为明显,3年棚龄的大棚中叶菜类蔬菜已出现重度硝酸盐污染,茄果类蔬菜硝酸盐污染较低。

关键词:高原设施农业;土壤基础养分;蔬菜硝酸盐

中图分类号:S 606⁺.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)22-0177-03

长期以来,西藏自治区大力发展设施蔬菜种植业,以满足西藏人民对蔬菜的需求,增加当地农牧民收入。设施菜地蔬菜生长在一个相对封闭的小环境中,温湿度较高,达到一定年限后,土壤中营养物质含量增加,土壤pH值下降,且硝酸盐与亚硝酸盐的含量升高。袁丽金等^[1]以河北定州设施菜地为研究对象,指出设施菜地土壤速效养分均高于对照农田,且随着使用年限的增加而增加,表层地下水受硝酸盐污染严重;张继宗等^[2]研究表明,北京市设施栽培施N肥量是蔬菜吸收的4.5倍。大量研究表明,随着设施大棚使用年限的增加,设施土壤硝态氮迅速累积,蔬菜增产的同时带来了一定的环境问题^[3-5]。

藏东南地区是西藏主要的设施蔬菜产区之一,但关于当地设施菜地土壤养分变化随使用时间变化的报道相对较少,关于设施菜地土壤硝酸盐累积及蔬菜硝酸盐累积的报道也相对较少。现以八一镇设施菜地为研究对象,对土壤养分变化以及硝酸盐累积、不同种类蔬菜硝酸盐含量进行了分析,以期对设施菜地对土壤环境的影响以及当地设施蔬菜无公害种植栽培提供参考。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

试验地设在西藏自治区林芝地区八一镇,为西藏主要的设施蔬菜产地之一。土层相对较薄为50~80 cm,

地下水水位较高。主要施用肥料为农家肥、复合肥、磷酸二铵、碳酸氢铵等,钾肥施用量相对较低。

1.2 试验方法

1.2.1 土壤样品采集 在八一镇觉木村、电话村、巴吉村3个点选取设施蔬菜、大田青稞2种植体系,其中大田土壤采样每个村采样3个点,共计9个点;设施菜地每个村选取不同棚龄大棚5个点(依据种植蔬菜种类选取),共计45个点;所有土样采集均采用5点取样法。同一层次样品混合均匀,带回实验室分析。

1.2.2 水样采集 八一镇觉木村、电话村、巴吉村3处地下水水位相对较高,当地村民在大棚周围挖有浅水井,取样装入150 mL聚乙烯瓶中,密封带回实验室分析。

1.2.3 蔬菜样品采集 在八一镇觉木村、电话村、巴吉村3个点,分别选取不同棚龄种植的叶菜类蔬菜(空心菜、小白菜、生菜)、瓜果类蔬菜(辣椒、番茄、黄瓜);与土壤采样大棚相同。带回实验室分析。蔬菜硝酸盐评价标准见表1。

表 1 蔬菜硝酸盐分级评价标准

Table 1 Grading evaluation criteria of nitrate content contamination in vegetables mg/kg

分级	含量	卫生性	污染程度
一级	<432	生食允许	轻
二级	<785	生食不宜,盐渍、熟食允许	中
三级	<1 234	生食和盐渍不宜,熟食允许	重
四级	<3 100	生食、盐渍、熟食均不宜,但不中毒	严重

1.3 项目测定

土壤基础养分测定参照鲍士旦^[6]的方法。土壤硝态氮通过0.01 mol/L CaCl₂浸提,采用连续流动分析仪测定;蔬菜硝酸盐含量采用蒸馏水浸提紫外分光光度法测定。

1.4 数据分析

试验数据采用Excel 2010软件进行统计分析。

第一作者简介:王伟(1985-),男,山西原平人,硕士,讲师,现主要从事植物生理生态等研究工作。E-mail:wwlxmmq@163.com.

责任作者:张洪峰(1968-),女,陕西渭南人,副教授,现主要从事土壤学与植物营养学等研究工作。E-mail:xzzhf@21cn.com.

基金项目:国家“十二五”科技支撑计划资助项目(2013BAJ03B05);西藏自治区大学生创新资助项目。

收稿日期:2014-07-10

2 结果与分析

2.1 不同种植年限设施菜地基础养分累积特征

由表 1 可知,与大田土壤相比,随着设施菜地使用年限的增长,土壤基础养分含量均明显增加。碱解氮含量在 0~6 年内增加极明显,为露天土壤的 3~5 倍,6~10 年内增加较为缓慢,其中 0~20 cm 土层增加更明显,可能与过量施肥造成 N 肥累积以及大棚较高温度土壤水分蒸发,可溶性盐离子随水分上升到土壤表面有关;有效磷与速效钾增加量较低,约为露天土壤的 1.5 倍,可能与外源施肥种类有关;全氮含量在最初 3 年增加极为

明显,0~20 cm 土层为 9.31 g/kg 增加到 12.30 g/kg,之后增幅较慢;10 年棚龄的大棚中,有效磷、全磷均出现了一定的积累,0~20 cm 土层含量相对较高,有效磷含量由 162.31 mg/kg 增加到 278.36 mg/kg,全磷含量由 2.15 mg/kg 增加到 3.47 mg/kg;速效钾与全钾含量在 20~40 cm 土层含量较高,速效钾含量由 93.04 mg/kg 增加到 132.06 mg/kg,全钾含量由 11.9 g/kg 增加到 13.9 g/kg;有机质含量略有增加,pH 值呈下降趋势,可能与土壤硝化作用有关。

表 2 不同种植年限设施菜地土壤基本理化性质

Table 2 Physical and chemical properties of greenhouse soil in different ages

棚龄/a	土层 /cm	碱解氮 /(mg·kg ⁻¹)	有效磷 /(mg·kg ⁻¹)	速效钾 /(mg·kg ⁻¹)	全氮 /(g·kg ⁻¹)	全磷 /(g·kg ⁻¹)	全钾 /(g·kg ⁻¹)	有机质 /(g·kg ⁻¹)	pH 值
露地	0~20	120.61	162.31	90.65	9.31	2.15	11.2	51.32	6.0
	20~40	131.72	140.73	93.04	8.23	1.96	11.9	48.23	
3	0~20	377.62	171.52	114.21	12.30	2.96	14.2	61.32	5.6
	20~40	251.02	143.21	103.15	11.35	2.08	12.3	55.41	
6	0~20	570.35	231.55	123.91	11.21	3.55	13.2	63.21	5.4
	20~40	442.18	215.71	113.62	12.12	2.99	15.1	62.14	
10	0~20	580.23	278.36	121.35	11.93	3.47	12.3	61.23	5.3
	20~40	463.21	225.33	132.06	13.51	2.89	13.9	59.55	

2.2 不同种植年限设施菜地土壤硝态氮累积与地下水硝态氮累积量

已有研究表明,设施菜地由于大棚温度湿度的增加,土壤硝化作用的增强,硝酸盐累积较为明显。由表 2 可以看出,设施菜地土壤硝酸盐累积极为明显,在 3 年棚龄的大棚中,0~20 cm 土层土壤硝酸盐含量约为原来的 5 倍,20~40 cm 土层硝酸盐含量约为原来的 4 倍;在 10 年棚龄大棚中,0~20 cm 土层土壤硝酸盐含量约为原来的 8 倍,20~40 cm 土层土壤硝酸盐含量约为原来的 6 倍;同时,地下水硝酸盐含量也呈明显增加趋势,由 14.3 mg/kg 增加到 66.8 mg/kg。

2.3 不同种植年限土壤对叶菜类蔬菜硝酸盐累积的影响

研究表明,由于设施菜地养分较高,蔬菜相对较为容易富集硝酸盐,进一步造成蔬菜硝酸盐污染,影响人类健康。由表 4 可知,露天种植的叶菜类蔬菜中,生菜硝酸盐含量最高,约为 513.7 mg/kg,在硝酸盐污染分级

标准中为 2 级,茄果类蔬菜由于气候原因,露天种植无法成熟;在设施菜地种植 3 年后,叶菜类蔬菜除空心菜之外,均达到了硝酸盐重度污染水平;茄果类蔬菜硝酸盐富集量相对较低,只有 10 年棚龄种植的辣椒为中毒污染水平,可能与叶菜类蔬菜相对较易富集硝酸盐有关。

表 3 不同种植年限设施菜地土壤及地下水硝酸盐含量

Table 3 N-NO₃⁻ content in soil and groundwater of greenhouse in different ages

棚龄/a	土层 /cm	土壤硝态氮 /(mg·kg ⁻¹)	地下水硝态氮 /(mg·kg ⁻¹)
露地	0~20	61.2	14.3
	20~40	45.3	
3	0~20	306.2	40.9
	20~40	143.6	
6	0~20	486.3	63.5
	20~40	209.8	
10	0~20	510.6	66.8
	20~40	263.3	

表 4 不同种植年限设施菜地土壤对蔬菜硝酸盐累积的影响

Table 4 Effect of different ages greenhouse soil on N-NO₃⁻ content in vegetables

棚龄/a	叶菜类/(mg·kg ⁻¹)			瓜果类/(mg·kg ⁻¹)		
	空心菜	小白菜	生菜	辣椒	番茄	黄瓜
露地	377.4±10.5	448.9±6.3	513.7±9.8	—	—	—
3	983.8±7.0	1 332.1±14.5	1 531.3±13.1	141.4±3.7	118.2±5.1	98.1±2.6
6	1 356.5±18.8	1 782.7±22.1	1 692.1±14.6	351.9±6.4	131.9±7.6	168.4±9.6
10	1 979.4±20.9	2 017.2±11.3	2 291.3±19.7	534.7±7.9	153.6±8.4	207.5±6.8

3 讨论与结论

蔬菜是一种喜硝作物,在一定范围内随硝酸盐供应的量的升高其生物量明显上升,因此在种植过程中通常人为施用过量的 N 肥,以取得更高的经济效益。该研究在调查设施菜地土壤养分变化的同时,研究了不同种类蔬菜的硝酸盐累积量。大量研究表明,土壤速效养分累积量与设施大棚种植年限有一定的关系^[7-8],该研究结果表明,设施大棚土壤速效养分随使用年限的增加均出现一定的累积;袁丽金等^[1]指出,随着种植年限的增加,土壤养分出现累积,同时由于长年施肥灌水加剧速效养分向深层淋洗累积,深层养分累积比例加大,与该研究结果相反,可能是由于该研究地点地下水位较高,土壤水分蒸发作用较为明显,不存在明显的向下淋洗作用,速效养分在表层累积量相对较高。施氮过量加剧土壤硝态氮累积^[9],刘兆辉等^[10]研究指出,山东寿光菜地地下水受硝酸盐污染随种植年限的增加而加重,该研究结果表明,随着设施菜地使用年限的增加,其周边地下水硝酸盐含量也明显增加。

蔬菜是一种喜硝作物,人体摄入的硝酸盐 80% 以上来自蔬菜,过量摄入硝酸盐极易对人体造成危害^[11]。已有研究表明,蔬菜硝酸盐累积与菜地施氮量有正相关关系;陆扣萍等^[12]研究表明,在农民习惯性施氮的条件下,设施大棚栽培条件下茼蒿与芹菜在连作两季后即达到三级污染;该研究结果表明,随着设施菜地使用年限的增加,土壤氮含量的累积,蔬菜的硝酸盐含量明显增加,叶菜类蔬菜硝酸盐累积量更为明显,在 3 年棚龄的大棚中已达到硝酸盐重度污染,茄果类蔬菜硝酸盐也出现增加趋势,在 10 年棚龄的大棚中依然为轻度硝酸盐污染。

因此,在连作 3 年的设施菜地中,应广泛种植茄果类蔬菜已避免蔬菜硝酸盐累积对人体的危害。同时,由于当地地下水位相对较高,土壤速效养分累积在表层较为明显,如何合理施肥以保证叶菜类蔬菜生产的同时,减少蔬菜硝态氮累积还有待进一步研究。

参考文献

- [1] 袁丽金,巨晓棠,张丽娟,等.设施蔬菜土壤剖面氮磷钾积累及对地下水的影响[J].中国农业生态学报,2010,18(1):14-19.
- [2] 张继宗,刘培财,左强,等.北方设施菜地夏季不同填闲作物的吸氮效果比较研究[J].农业环境科学学报,2009,28(12):2663-2667.
- [3] Yasutaka K,Hideyuki G. Relationship between the occurrence of bitter fruit in cucumber and the contents of total nitrogen,amino acid nitrogen,protein and HMG-CoA reductase activity[J]. Scientia Horticulture, 2003, 11(98):1-8.
- [4] 张迪,赵牧秋,牛明芬,等.有机肥对设施菜地土壤硝酸盐累积的影响[J].环境科学与技术,2010,33(6E):115-119.
- [5] 肖辉,程文娟,王立艳,等.不同有机肥对日光温室土壤剖面硝态氮含量动态变化的影响[J].植物营养与肥料学报,2012,18(1):106-114.
- [6] 鲍士旦.土壤农化分析[M].北京:中国农业出版社,2005.
- [7] 杜新民,吴忠红,张永清,等.不同种植年限日光温室土壤盐分和养分变化研究[J].水土保持学报,2007,21(2):79-89.
- [8] 刘兆辉,江丽华,张文君,等.氮、磷、钾在设施蔬菜土壤剖面中的分布及移动研究[J].农业环境科学学报,2006,25(增刊):537-542.
- [9] 柏延芳,张海,张立新.氮肥对黄土高原大棚蔬菜及土壤硝酸盐累积的影响[J].中国生态农业学报,2008,16(3):555-559.
- [10] 刘兆辉,江丽华,张文君,等.设施菜地土壤养分演变规律及对地下水威胁的研究[J].土壤通报,2008,39(2):293-298.
- [11] 姚春霞.上海市郊旱作农田化肥施用的环境影响研究[D].上海:华东师范大学,2005.
- [12] 陆扣萍,谢寅峰,闵炬,等.不同施氮量对太湖地区新增设施菜地土壤硝态氮累积的影响[J].土壤,2011,43(6):903-909.

Soil Nutrient Content and Nitrate Content in Vegetables Under Plateau Greenhouse Cultivation

WANG Wei¹, PAN Gang², HAN Peng-hui¹, ZHANG Hong-feng¹

(1. College of Resources and Environment, Agricultural and Animal Husbandry College of Tibet University, Linzhi, Tibet 860000; 2. Office of Scientific Research Administration, College of Agricultural and Animal Husbandry, Tibet University, Linzhi, Tibet 860000)

Abstract: Taking local greenhouse in Bayi town as object, the main soil nutrient content and nitrate content in soil and vegetables were determined based on local greenhouse in Bayi town. The results showed that the main soil nutrient content was abundant in greenhouse, nitrate content in soil was fast concentrated in 6 years old, leafy vegetable were serious nitrate contamination in 3 years old, gourd vegetable was nearly no contamination in greenhouse cultivation.

Keywords: Tibet plateau greenhouse; main soil nutrient content; nitrate content vegetables