

# 种植年限对拉萨国家农业科技园区 温室土壤理化性质的影响

朱荣杰<sup>1</sup>, 赵贯飞<sup>1</sup>, 杨 斌<sup>1</sup>, 王世彬<sup>1</sup>, 李宝海<sup>2</sup>

(1. 西藏自治区农牧科学院 蔬菜研究所, 西藏 拉萨 850032; 2. 西藏自治区农牧科学院, 西藏 拉萨 850032)

**摘 要:**以西藏拉萨国家农业科技园区温室连续种植 12 年的温室土壤为研究对象, 随机选取 9 座设施园区, 对比园区种植前后各项土壤数据, 比较 pH、有机质、大量和微量元素以及重金属的变化。结果表明:随着日光温室土壤种植年限的增加, 土壤的 pH 明显下降( $P < 0.05$ ), 有酸化的趋势, 而土壤有机质在种植前后并没有发生显著变化; 其中全磷、速效磷和全钾含量随着种植年限的增加而增加; 但全氮含量随着种植时间的增加而呈下降趋势, 速效钾含量变化并不明显; 铁(Fe)含量随着种植年限的增加而呈下降趋势, 而镁(Mg)含量呈上升趋势, 锌含量变化不明显; 重金属元素铅(Pb)、砷(As)、汞(Hg)、镉(Cd)含量符合国家环境保护总局发布的温室蔬菜产地环境质量评价标准, 均未超标。其中 Pb、As 和 Hg 的环境质量等级均评价为一级, 为清洁; 总镉的环境质量等级为二级, 为尚清洁, 说明该园区温室土壤的重金属含量是符合国家标准, 土壤耕层没有受到重金属的污染。

**关键词:**高原温室土壤; pH; 有机质; 大量元素; 微量元素; 重金属

**中图分类号:**S 625.5<sup>+</sup>4 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)21-0183-05

设施栽培技术是我国蔬菜生产的重要方式之一, 具有单产高、受季节影响小等优点, 能够大幅度提高温室土地的利用率, 是我国农业增效、农民增收最直接有效的途径, 规模达 334.7 万  $\text{hm}^2$ <sup>[1]</sup>。近年来, 设施农业也在西藏得到快速发展, 尤其是西藏第一个国家农业园区“拉萨国家农业科技园区”, 其总规划面积达 633.3  $\text{hm}^2$ , 成为西藏菜篮子工程带头示范和展示现代农业科技的重要平台<sup>[2]</sup>。然而, 温室生产者为了追求更高的经济效益, 施入了大量化学肥料, 再加上设施温室土壤常年处于封闭或半封闭状态, 缺少雨水淋溶, 从而形成了一个非常特殊的生态系统<sup>[3]</sup>。由于生产者缺乏对设施温室科学合理的管理, 随着设施使用年限增加, 使得土壤质量出现了不同程度的退化<sup>[4-5]</sup>, 并导致土壤出现酸化和盐渍化<sup>[6-8]</sup>等现象。有研究认为, 设施温室由于连续种植且化学肥料大量施入, 一些未被蔬菜吸收的养分如硫

酸根离子  $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NO}_3^-$ -N 等成为土壤盐渍化的主要来源<sup>[11-12]</sup>。有研究也表明, 随着大棚种植年限的增加, 土壤有机质、全氮、全磷逐渐增加, 而土壤的 pH、全钾含量逐渐降低<sup>[12]</sup>。

为了解拉萨国家农业科技园区设施温室在经过连续长时间的种植后土壤的 pH、有机质、大量和微量元素以及重金属的变化, 该试验选取拉萨国家农业科技园区作为研究样点, 随机选取园区 9 座温室土壤作为研究对象, 通过对比在园区运行之前测定的土壤各项数据, 以了解土壤 pH、有机质、大量元素、微量元素以及重金属等指标在种植前后变化, 以期对高原设施温室生产及管理提供理论依据和生产指导作用。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验的采样地点位于拉萨市西郊的西藏拉萨国家农业科技园区(北纬 29°38', 东经 91°01'), 海拔 3 650 m, 属高原温带半干旱、半湿润季风气候, 年降水量 340~540 mm, 主要集中在 6—9 月, 约占全年降水量的 85%以上, 年均温度 7.4 °C, 年均日照时数达 3 000 h 以上, 无霜期 100~120 d<sup>[13]</sup>。

园区于 2003 年 9 月建成并投入运行, 是国家级农业示范园区和青藏高原设施农业引智基地, 目前园区已

**第一作者简介:**朱荣杰(1979-), 女, 硕士, 副研究员, 现主要从事设施蔬菜栽培等研究工作。E-mail: zjtaas@126.com

**责任作者:**李宝海(1956-), 男, 硕士, 研究员, 博士后合作导师, 研究方向为农产品质量安全与检测技术及现代设施农业。E-mail: lbh0891@163.com

**基金项目:**“十二五”国家“863”计划资助项目(2013AA103002-3); 国家星火计划资助项目(2014GA840003)。

**收稿日期:**2016-08-04

连续运行 12 年,主要种植西瓜(*Citrullus lanatus*)、黄瓜(*Cucumis sativus*)、白菜(*Brassica campestris*)、辣椒(*Capsicum frutescens*)等园艺作物。

## 1.2 试验材料

2015 年 4 月在西藏拉萨国家农业科技园区设施温室中,随机抽取 9 座温室作为土壤样品的采集点,每座温室使用面积约为 360 m<sup>2</sup>,采用‘S’型取样方法,每座温室采集 10 个深度为 0~20 cm 耕层的土壤,每 5 个土壤样品混合作为一个土样,共取土样 18 个。园区温室土壤均为砂质壤土,前茬主要以茄科(*Solanaceae*)、十字花科(*Brassicaceae*)和葫芦科(*Cucurbitaceae*)蔬菜为主;其水肥管理均基本一致,底肥主要施入发酵好的羊粪,灌溉水以抽取地下水为主。

## 1.3 项目测定

试验采集土样送往农业部农产品质量监督检验测试中心(拉萨)进行测定。pH 采用酸度计法测定;有机质含量采用重铬酸钾-硫酸氧化外加热法测定;全氮、速效氮含量采用半微量凯氏定氮法测定;全磷、速效磷含量采用紫外分光光度法测定;全钾、速效钾含量用火焰光度法测定;重金属铅(Pb)、砷(As)、汞(Hg)、铬(Cd)和微量元素铁(Fe)、铜(Cu)、锌(Zn)、钙(Ca)、硼(B)、锰(Mn)、钼(Mo)等项含量的测定采用浓硫酸-高氯酸消化-原子吸收分光光度法<sup>[14]</sup>。

土壤重金属环境质量评价方法采用国家环境保护总局发布的《温室蔬菜产地环境质量评价标准(HJ 333-2006)》采用的评价方法和标准进行计算和评价。单项质量指数=单项实测值/单项标准值。

## 1.4 数据分析

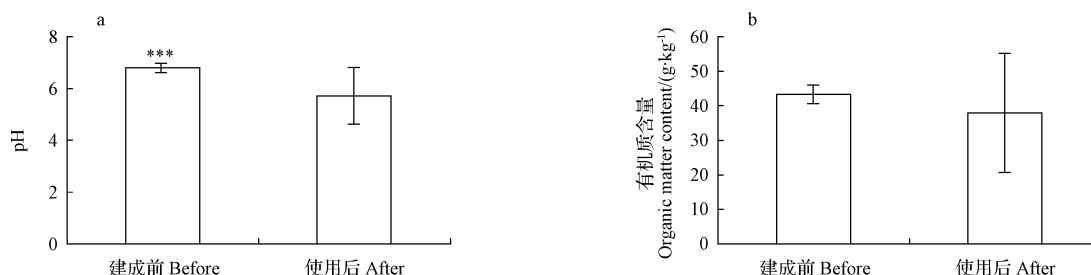
试验的所有数据采用 SPSS 20.0 软件的配对样本 *t* 检验进行统计分析,并用 Sigmaplot 10.0 进行作图。

# 2 结果与分析

## 2.1 土壤 pH 和有机质含量的变化

由图 1a 对日光温室土壤 pH 测定结果可知,在日光温室建成使用之前和连续种植 12 年之后的 pH 存在极显著差异( $t=4.672, df=17, P=0.001<0.05$ ),在温室种植之前测定土壤 pH  $6.79\pm0.18$ ,明显高于连续种植 12 年之后的 pH  $5.72\pm1.1$ 。可见,随着日光温室的连续种植,土壤 pH 明显下降,有酸化趋势,这可能与长期大量施用化学肥料有关。

由图 1b 可以看到,日光温室在连续种植 12 年后,土壤有机质含量的变化无显著差异( $t=1.383, df=17, P=0.184>0.05$ ),种植之前的有机质为  $(43.28\pm2.71)\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ,长期种植之后为  $(37.96\pm17.17)\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。可能与园区各温室常施羊粪等有机肥有关,使得有机质含量并没有在连续种植情况下而减少。



注: \*  $P<0.05$ , \*\*  $P<0.01$ , \*\*\*  $P<0.001$  (mean±s.d)。以下同。

Note: \*  $P<0.05$ , \*\*  $P<0.01$ , \*\*\*  $P<0.001$  (mean±s.d). The same below.

图 1 温室土壤 pH 在连续种植 12 年后的变化

Fig. 1 Change of soil pH after 12 years continuous cultivating

## 2.2 土壤大量营养元素变化

由图 2 可以看出,全钾在种植前后变化呈极显著性差异( $t=-21.14, df=17, P=0.001$ ),温室使用之前全钾含量  $(21.86\pm1.19)\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$  要低于连续种植之后  $(33.97\pm1.53)\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ;而速效钾的变化并不明显( $t=0.038, df=17, P=0.97>0.05$ ),种植前为  $(195.44\pm61.42)\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ,连续种植后为  $(194\pm142.01)\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。全氮变化呈现极显著性差异( $t=4.426, df=17, P=0.001$ ),种植前为  $(2.96\pm0.21)\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ,而种植之后为  $(1.91\pm1.12)\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ,全氮在连续种植后总体呈下降趋

势;速效氮的变化也同样呈显著性差异( $t=2.477, df=17, P=0.024$ ),并和全氮一样在连续种植之后呈下降趋势,种植前为  $(177.61\pm11.92)\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  要高于连续种植之后  $(137.22\pm63.59)\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。全磷也呈极显著性的差异( $t=-8.351, df=17, P=0.001$ ),种植前为  $(0.21\pm0.01)\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ,低于连续种植之后  $(2.75\pm1.29)\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ;速效磷同样也呈现同样的趋势,种植前的含量  $(151.18\pm5.65)\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  要低于种植之后  $(264.09\pm112.2)\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ,呈极显著性差异( $t=-4.213, df=17, P=0.001$ )。

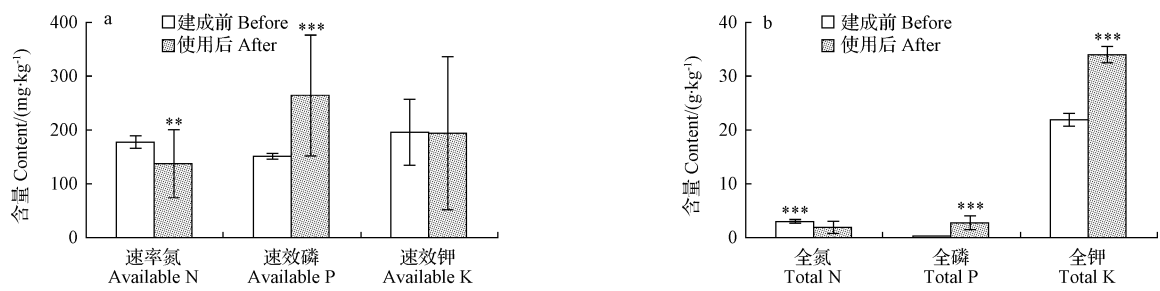


图 2 温室土壤大量营养元素在连续种植后的变化

Fig. 2 Change of macronutrients elements after continuous cultivating

2.3 土壤微量元素 Fe、Mg、Zn 变化

从图 3 微量元素的变化可以看出,铁的含量变化呈极显著性差异( $t=27.448,df=17,P=0.001$ ),种植前的含量( $27\,666.67\pm840.17$ ) $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ,要高于种植之后( $19\,811.11\pm1\,068.2$ ) $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。镁的含量同样也呈极显著差异( $t=-29.735,df=17,P=0.001$ ),种植前为( $4\,150\pm172.35$ ) $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ,连续种植 12 年后其值为( $8\,096\pm511.61$ ) $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ,呈增加趋势。但锌元素含量变化不明显( $t=1.345,df=17,P=0.196>0.05$ ),种植前含量为( $129.99\pm41.53$ ) $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ,长期种植后为( $114.76\pm18.83$ ) $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。

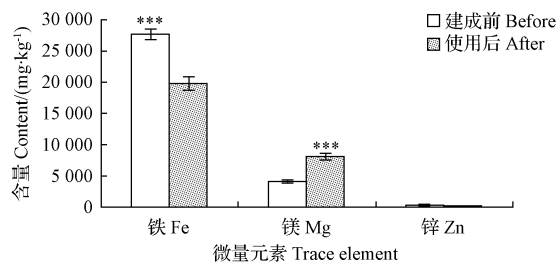


图 3 温室土壤微量元素在连续种植后的变化

Fig. 3 Change of trace elements after 12 years continuous cultivating

2.4 土壤重金属变化

从表 1 可以看出,园区设施温室在连续种植 12 年之后,总铅(Pb)的含量为( $30.6\pm6.6$ ) $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ,总砷(As)的含量为( $16.3\pm1.5$ ) $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ,总汞(Hg)的含量为( $0.306\pm1.139$ ) $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ,总镉(Cd)的含量为( $0.254\pm0.140$ ) $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。其中,总镉的变异系数最大,达到 55.0%;其次为总汞为 45.6%;铅的变异系数为 21.6%;总砷的变异系数最小为 9.3%。该园区与 2006 年国家环境保护总局发布的温室蔬菜产地环境质量评价标准进行比较,这 4 种重金属的含量均未超标。对照评价参数的计算方法,计算结果表明,总铅的质量指数为 $0.612\leq0.7$ ,总砷和总汞的质量指数均 $\leq0.01$ ,总铅、总砷和总汞的环境质量等级评价为一级,为清洁;总镉的质量指数为 0.85 处于 0.7~1.0,环境质量等级为二

表 1 温室土壤中重金属元素 Pb、As、Hg、Cd 在连续种植 12 年后含量

Table 1 Content of Pb,As,Hg,Cd after 12 years continuous cultivating in greenhouse soil

样品编号	Pb	As	Hg	Cd
Sample No.	/(mg · kg <sup>-1</sup> )	/(μg · kg <sup>-1</sup> )	/(μg · kg <sup>-1</sup> )	/(mg · kg <sup>-1</sup> )
NQ. 1	44.9	15.1	0.165	0.314
NQ. 2	23.3	16.3	0.145	0.173
NQ. 3	27.2	16.3	0.377	0.357
NQ. 4	19.6	14.4	0.401	0.550
NQ. 5	27.7	14.6	0.364	0.327
NQ. 6	35.4	15.0	0.517	0.310
NQ. 7	35.6	14.6	0.337	0.195
NQ. 8	35.4	15.1	0.520	0.146
NQ. 9	35.6	18.0	0.179	0.164
NQ. 10	31.3	15.6	0.143	0.121
NQ. 11	23.0	18.9	0.141	0.114
NQ. 12	28.9	19.1	0.210	0.117
NQ. 13	26.3	17.2	0.453	0.526
NQ. 14	20.9	17.0	0.314	0.200
NQ. 15	37.0	15.1	0.459	0.219
NQ. 16	34.6	16.0	0.271	0.444
NQ. 17	34.1	16.0	0.401	0.168
NQ. 18	29.6	18.4	0.103	0.133
平均值 Mean	30.6	16.3	0.306	0.254
最大值 Max	44.9	19.1	0.520	0.550
最小值 Min	19.6	14.4	0.103	0.114
标准偏差 SD	6.6	1.5	1.139	0.140
C. V(%)	21.6	9.3	45.6	55.0
温室土壤质量评价指标限值	≤50	≤30 000	≤250	≤0.30
西藏土壤环境背景值	27.6	16 200	21	0.074

级,为尚清洁。Pb 和 Cd 的含量均高于西藏土壤环境背景值,而 As 和 Hg 的含量低于西藏土壤环境背景值。

3 讨论与结论

设施温室具有特殊的生态环境,主要依靠人工对蔬菜生长发育所需的环境进行调控,其复种指数高、大量的化学肥料施入致使土壤的养分平衡被打破,使养分的施入远超过作物对总养分需求量,尤其是大量生理酸性肥料的大量施入严重影响到土壤的缓冲能力,使得土壤

出现缓慢酸化<sup>[8]</sup>。该研究也发现,在高原设施温室土壤的 pH 随着种植年限的增加而减小,土壤逐渐呈酸化趋势,此结论与前人的结论基本一致<sup>[15-16]</sup>,也有研究发现温室土壤的种植年限与 pH 呈极显著负相关<sup>[17]</sup>。土壤酸化已经成为影响设施栽培的主要障碍因子之一<sup>[18]</sup>。

而土壤的有机质是评判土壤肥力的重要指标之一<sup>[20]</sup>,该研究表明,在日光温室土壤连续种植 12 年之后,土壤的有机质并没有显著性差异,这可能与园区温室常施入羊粪有一定的关系,这与一些研究结果不太一致,而大部分研究表明温室土壤随着种植年限的增加,土壤有机质也随之增加<sup>[17]</sup>,也有研究认为温室土壤种植年限在 1~5 年后土壤的有机质随着种植年限而增加,而种植 5~10 年后各养分的含量趋于稳定<sup>[21]</sup>。虽然温室土壤有机质含量变化并不明显,但土壤有机质含量(40%左右)远远高于其他各地温室土壤(22%)<sup>[17-20]</sup>。

随着种植年限的增加,大量营养元素在种植前后均发生显著变化,尤其是全磷、速效磷和全钾的含量随着种植年限的增加而有上升的趋势,这与黎宁等<sup>[22]</sup>的研究结论一致。但全氮和速效氮的含量变化相反,随着种植时间的增加而呈下降趋势,这可能与园区长期施入有机肥而轻施化学肥料有一定关系。而只有速效钾变化并不明显,平均含量仅为  $195 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ,远低于山西临汾日光温室土壤在种植 8 年后速效钾的含量<sup>[17]</sup>。

微量元素作为植物正常生长和发育必不可少的一类营养元素,它在农业生产上已显示出越来越重要的作用。该研究表明,土壤微量元素中 Fe 的含量随着种植年限的增加而呈下降趋势,而 Mg 的含量相反呈上升趋势,锌元素变化却不明显,这与李德成等<sup>[23]</sup>研究结果有一定的差异,他认为在日光温室种植初期土壤微量元素含量较低,但在大量施肥等因素会导致温室土壤中微量元素的升高,之后会达到一个平衡状态,该研究中 Fe 的含量要低于李德成的结果,但 Zn 的含量均高于  $100 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。

重金属污染土壤后会引起土壤的组成、结构和功能发生变化,最终引起土壤质量下降,导致植物生长发育障碍,通过“土壤→植物→人体”间接被人体吸收,从而危害人体健康。该研究通过对重金属总铅(Pb)、总砷(As)、总汞(Hg)、总镉(Cd)的含量与国家环境保护总局发布的温室蔬菜产地环境质量评价标准<sup>[24]</sup>进行比较,结果显示这 4 种重金属的含量都未超标。对照评价参数,总铅、总砷和总汞的环境质量等级均评价为一级,为清洁;总镉的环境质量等级为二级,为尚清洁。这说明该园区温室土壤的重金属含量是符合国家标准,土壤耕层没有受到重金属的污染,但建议管理和生产者需要高度重视,进行科学管理,尽可能改善土壤生产环境,避免重金属在温室土壤中的富集。

## 参考文献

- [1] 张真和,陈青云,高丽红,等.我国设施蔬菜产业发展对策研究(上)[J].蔬菜,2010(5):1-4.
- [2] 李宝海,王健林,王忠红.西藏农业科技园区建设与发展研究[J].农学报,2012,2(1):64-68.
- [3] 刘志民,李家金,薛继澄,等.设施土壤的肥力特征及酶活性[J].土壤,1994(5):273-275.
- [4] KARLEN D L, MAUSBACH M J, DORAN J W, et al. Soil quality: A concept, definition, and framework for evaluation[J]. Soil Science Society of America Journal, 1997, 61: 4-10.
- [5] 赵其国,孙波,张桃林.土壤质量与持续环境I.土壤质量的定义及评价方法[J].土壤,1997(3):113-120.
- [6] 王学军.日光温室土壤次生盐渍化分析[J].北方园艺,1998(21):12-13.
- [7] 龚宪成.自控温室内土壤盐渍化防治措施[J].中国生态农业学报,2002,10(4):75-76.
- [8] 曾希柏,白玲玉,苏世鸣,等.山东寿光不同种植年限设施土壤的酸化与盐渍化[J].生态学报,2010(7):1853-1859.
- [9] 张国红,任华中,高丽红,等.京郊日光温室土壤微生物状况和酶活性[J].中国农业科学,2005,38(7):1447-1452.
- [10] 王珊,李廷轩,张锡洲,等.设施土壤微生物学特性变化研究[J].水土保持学报,2006,20(5):82-86.
- [11] LI W Q, ZHANG M, van der ZEE S. Salt contents in soils under plastic greenhouse gardening in China[J]. Pedosphere, 2001, 11(4): 359-367.
- [12] 王辉,董元华,李德成,等.不同种植年限大棚蔬菜地土壤养分状况研究[J].土壤,2005,37(4):460-462.
- [13] 林日暖.拉萨地区农业气候资源评价[J].气象科技,2002,30(3):152-157.
- [14] 刘光崧.中国生态系统研究网络观测与分析标准方法:土壤理化分析与剖面描述[M].北京:中国标准出版社,1996.
- [15] 刘建霞,马理,李博文,等.不同种植年限黄瓜温室土壤理化性质的变化规律[J].水土保持学报,2013,27(5):164-168.
- [16] 熊汉琴,王朝辉,宰松梅.种植年限对蔬菜大棚土壤肥力的影响[J].水土保持研究,2007,14(3):137-139.
- [17] 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):78-80.
- [18] 周德平,褚长彬,刘芳芳,等.种植年限对设施芦笋土壤理化性状、微生物及酶活性的影响[J].植物营养与肥料学报,2012,18(2):459-466.
- [19] 赵小宁,吕家珑,柏延芳,等.不同种植年限蔬菜日光温室土壤养分与生物活性研究[J].干旱地区农业研究,2006,24(3):54-59.
- [20] 司东霞,吕福堂,张敏,等.设施栽培条件下土壤养分及有机质组成变化趋势的研究[J].土壤通报,2004,35(5):566-569.
- [21] 伊田,梁东丽,王松山,等.不同种植年限对设施栽培土壤养分累积及其环境的影响[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2010(7):111-117.
- [22] 黎宁,李华兴,刘远金,等.菜园土壤微生物生态特征与土壤理化性质的关系[J].应用生态学报,2006,17(2):285-290.
- [23] 李德成,花建明,李忠佩,等.不同利用年限蔬菜大棚土壤中微量元素含量的演变[J].土壤,2004,35(6):495-499.
- [24] 国家环境保护总局.温室蔬菜产地环境质量评价标准[M].北京:中国环境科学出版社,2007.



## 山东省牡丹产业发展现状、问题及对策

姜楠南<sup>1,2,3</sup>, 房义福<sup>1</sup>, 吴晓星<sup>1</sup>, 卢洁<sup>4</sup>, 王玮<sup>4</sup>, 徐金光<sup>1</sup>

(1. 山东省林业科学研究院 园林与花卉所, 山东 济南 250014; 2. 北京林业大学 园林学院, 北京 100083; 3. 国家花卉工程技术研究中心, 北京 100083; 4. 山东省林木种苗和花卉站, 山东 济南 250014)

**摘要:**目前,山东省牡丹生产面积达 5.3 万  $\text{hm}^2$ ,已成为山东花卉业的支柱产业之一。山东牡丹产业与国际、国内主产区相比,在栽培面积、种质资源等方面具有一定的竞争优势,但存在品种资源结构不合理,种苗质量差,缺少专用良种,产业化程度低,单位面积效益差等问题。现结合山东省牡丹产业发展现状与问题,提出了山东省牡丹产业发展对策。

**关键词:**牡丹产业;发展现状;问题;对策

**中图分类号:**S 685.11 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)21-0187-05

牡丹(*Paeonia suffruticosa*)属芍药科(Ranunculaceae)芍药属(*Paeonia*)植物,自古有“花王”之称。牡丹是我国原生、特有的植物资源,世界主要国家都有引种。8 世纪中国的牡丹传入日本,后日本对其进行改良,形成了

特征鲜明的日本牡丹品种群,日本现有 312 个牡丹品种<sup>[1]</sup>。1787 年欧洲从我国引种牡丹,之后将滇牡丹(*P. delavayi*)等野生牡丹资源与中国牡丹品种杂交,培育出一些优良的牡丹新品种,目前约有 200 余个牡丹品种。19 世纪,美国从欧洲和日本引进牡丹,之后不断杂交培育出许多当今流行的品种,现有牡丹品种达到 400 多个<sup>[2]</sup>。世界主要牡丹产区品种资源分布情况见图 1。

牡丹作为传统名花和候选国花,其蕴藏着巨大的经济价值、社会效益和文化底蕴。牡丹花大、芳香、花色艳

**第一作者简介:**姜楠南(1983-),女,博士研究生,研究方向为芍药属育种与产业化栽培。E-mail:abcnjiang@126.com

**责任作者:**徐金光(1960-),男,本科,研究员,研究方向为园林植物应用。E-mail:xjg0531@163.com

**收稿日期:**2016-08-04

## Effect of Continuous Cultivating in Plastic Greenhouse on Soil Physicochemical Properties in the Lhasa National Park of Agricultural Science and Technology

ZHU Rongjie<sup>1</sup>, ZHAO Guanfei<sup>1</sup>, YANG Bin<sup>1</sup>, WANG Shibin<sup>1</sup>, LI Baohai<sup>2</sup>

(1. Institute of Vegetable Sciences, Tibet Academy of Agricultural and Animal Husbandry Sciences, Lhasa, Tibet 850032; 2. Tibet Academy of Agricultural and Animal Husbandry Sciences, Lhasa, Tibet 850032)

**Abstract:** In order to know the changes of pH, organic matter, trace elements and heavy metals in greenhouse soil after continuous cultivating in the Lhasa National Park of Agricultural Science and Technology, which has been running for 12 years. The soil samples from nine greenhouse were selected to conduct experiments. The results showed that the soil pH decreased significantly ( $P < 0.05$ ), and the soil organic matter was not changed significantly. The content of total phosphorus, available phosphorus and total potassium increased with the increase of planting years. However, the total nitrogen decreased and the change of available potassium was not change significantly. The content of Fe decreased and Mg content increased, significantly with the increase of planting years but Zn content was not change. The content of As, Hg, Cd, Pb were not exceeded, which in accordance with the standards of greenhouse vegetable production environmental quality evaluation issued by the National Environmental Protection Administration. The environmental quality grade of Pb, Hg and As as were evaluated for grade one and clean; total cadmium environmental quality grade for grade two, was still clean, indicating that soil heavy metal content was in line with national standards in Greenhouse, topsoil did not receive the heavy metal pollution.

**Keywords:** plateau greenhouse soil; pH; organic matter; macronutrients; trace elements; heavy metal