

耕地不同利用方式下的土壤养分状况分析

赵庚星¹, 李秀娟¹, 李 涛², 岳玉德³, 张如永⁴

(1. 山东农业大学资源与环境学院, 泰安 271018; 2 山东省土壤肥料总站, 济南 250100;
3 青州市农业局, 青州 262500; 4 泰安市人民政府, 泰安 271000)

摘要: 以山东青州市为例, 在对耕地土壤养分状况进行全面的调查分析, 获取大量土壤养分数据的基础上, 以数理统计方法对 5 种耕地利用方式下 17 种土壤养分状况的差异性进行分析, 进而系统地探讨了耕地不同利用方式对土壤养分状况的影响。研究表明: 耕地不同利用方式对土壤有机质及大量元素、交换性钙、镁、有效硅、锌、硼、土壤 pH 值和全盐含量有显著影响。由于菜地高施肥量及高产出的影响, 大部分菜地土壤养分的含量明显高于粮田, 但有效硅含量粮田则远高于菜地。粮田土壤 pH 值高于菜地, 全盐含量菜地高于粮田。在旱地、水浇地粮田和露天菜地中有效磷含量变异最大, 但设施菜地中全氮、有效硫含量的变异最大。研究结果对于探明耕地利用对土壤的养分状况的影响, 对研究区耕地资源的合理利用与保护将具有积极意义。

关键词: 耕地; 利用方式; 土壤养分; 青州市

中图分类号: S158.3

文献标识码: A

文章编号: 1002-6819(2005)10-0055-04

赵庚星, 李秀娟, 李 涛, 等. 耕地不同利用方式下的土壤养分状况分析[J]. 农业工程学报, 2005, 21(10): 55- 58

Zhao Gengxing, Li Xiujuan, Li Tao, et al. Analysis of soil nutrient situation under different cultivated land use types[J]. Transactions of the CSAE, 2005, 21(10): 55- 58 (in Chinese with English abstract)

0 引言

土地利用是自然和人类活动相互作用的综合过程, 土地利用的变化可以引起许多自然要素和生态过程的变化。国内外许多学者对土地利用及其变化与土壤质量的关系进行了大量的研究^[1-4]。同时, 一些学者对不同土地利用方式下的土壤养分、水盐动态等理化性状进行了探讨, 研究证明, 土壤理化性状的变化与土地利用的方式有密切关系^[5-10]。

耕地是受人为活动影响最强、对人类生存最重要的土地资源类型之一, 因此, 耕地的利用对土壤理化性状的影响研究尤为重要。目前该方面的研究主要集中在从水土流失的角度, 研究坡耕地利用对土壤水肥特性的影响^[11, 12], 李德成等曾对不同年限大棚蔬菜土壤养分变化进行了研究^[13, 14]。但是, 系统进行耕地不同利用方式对土壤理化性状影响的研究尚十分少见。本文以山东青州市为例, 在对 2002 年该市耕地地力调查评价中获取大量基础信息的基础上, 对耕地不同利用方式下的土壤养分状况进行了系统研究, 旨在为耕地资源的保护及可持续利用提供科学依据。

1 研究区概况

青州市位于鲁中南山地丘陵区东北部, 北纬 36°24' ~ 36°58', 东经 118°10' ~ 118°46', 隶属山东省潍坊市。

收稿日期: 2004-12-08 修订日期: 2005-06-01

基金项目: 农业部耕地地力调查评价试点项目、国家教育部[教外司留(2002)247]; 山东省科技厅(02B5044)资助

作者简介: 赵庚星(1964-), 男, 山东垦利人, 博士, 教授, 从事土地(壤)资源及其信息技术方面的教学及研究工作。泰安 山东农业大学资源与环境学院, 271018, Email: zhaogx@sdau.edu.cn

土地总面积 1569 km², 其中耕地面积为 76885 hm², 占土地总面积的 49.28%。该市地处暖温带半湿润季风气候区, 四季分明, 年均温 13 左右, 年降雨量约 1000 mm, 水、土、热等自然资源条件优越, 适宜于多种农作物生长, 具有悠久的农业生产历史, 是目前山东省重要的设施蔬菜生产基地之一^[15]。

青州市耕地集中分布于该市东北部平原区, 主要土壤类型为褐土, 垦殖历史悠久, 土壤熟化度高, 土层深厚, 基础设施条件配套良好。调查发现, 当地对农业生产十分重视, 农业经济发展快, 水平较高, 对耕地的投入较大。但对耕地不同的利用类型, 农户的施肥、管理等措施存在较大的差异, 从而对土壤的养分状况产生影响。

2 研究数据、方法

2.1 研究区耕地利用类型的划分

根据青州市的具体情况, 将耕地利用类型划分为粮田和菜地两大类, 其中粮田根据灌溉水源的保证情况又分为水浇地和旱地, 菜地则分为露天菜地和设施菜地二类, 其中设施菜地根据设施类型再分为日光温室和塑料大棚。

2.2 数据获取

结合 2002 年青州市耕地地力调查评价, 进行了系统的野外调查分析, 共设置土壤调查点 576 个, 其中菜地样点 297 个, 粮田样点 279 个(旱地 116 个、水浇地 163 个)。土壤养分分析化验项目共 17 个, 其中有机质和大量元素 6 个, 包括有机质、全氮、碱解氮、有效磷、速效钾和缓效钾; 中量元素 4 个, 包括交换性钙、交换性镁、有效硅和有效硫; 微量元素 5 个, 包括有效锌、有效硼、有效锰、有效铜和有效铁; 其次是土壤 pH 值和全盐。

2.3 分析方法

以土壤调查点为基本单元,以各野外调查和室内化验分析数据为字段,建立研究区土壤理化性状数据库。提取所有 576 个调查点的土壤养分数据,在数理统计分析软件的支持下,以方差分析方法研究各土壤养分在不同耕地利用方式下的差异性,并计算各土壤养分的变异系数。在此基础上,分别研究耕地不同利用方式对土壤有机质和大量元素、中量、微量元素以及 pH 值和全盐的影响。

3 结果与分析

3.1 耕地不同利用方式对土壤有机质和大量元素的影响

由方差分析和均值比较(表 1)看出,耕地利用方式对有机质和各大元素均有显著和极显著影响,其影响程度为碱解氮>有效磷>全氮>速效钾>缓效钾>有机质。

表 1 耕地不同利用方式下有机质和各营养元素均值的比较

Table 1 Comparison of organic matter and nutrients under different cultivated land use types

土壤养分	粮田		塑料大棚	日光温室	露天菜地	F 值
	旱地	水浇地				
有机质/ $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$	14.46a	14.26a	12.99b	13.57b	13.74ab	5.29*
碱解氮/ $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$	95.11d	109.18c	203.33a	203.19a	189.90b	270.38**
全氮/ $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$	0.98c	1.01c	1.25a	1.33a	1.07b	201.54**
有效磷/ $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$	20.10d	31.45d	109.64b	185.21a	75.32c	219.29**
速效钾/ $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$	127.17d	126.78d	201.26b	338.37a	178.21c	148.74**
缓效钾/ $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$	825.20d	814.90d	879.58b	983.83a	867.60c	131.60**
交换性钙/ $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$	3.61c	3.25c	4.82b	4.98b	5.78a	98.41**
交换性镁/ $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$	0.26b	0.27b	0.34a	0.32a	0.31a	88.76**
有效硫/ $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$	36.31b	32.99b	35.37b	44.52a	28.43b	2.75*
有效硅/ $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$	350.57a	345.43a	187.58b	165.36b	198.30b	57.33*
有效锌/ $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$	0.61b	0.50c	0.79a	0.77a	0.79a	38.85**
有效硼/ $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$	0.36b	0.58a	0.44b	0.56a	0.43b	7.07*
有效锰/ $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$	17.45	15.72	16.74	14.52	18.23	1.25
有效铜/ $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$	1.34a	1.26a	1.10ab	1.21ab	0.93b	2.07
有效铁/ $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$	14.08	14.68	14.31	13.56	12.58	0.56

注:多重比较采用最小显著性差异(LSD)法,每行含有相同字母的平均值没有显著差异,**为极显著,*为显著。

土壤有机质含量由高至低的顺序是:旱地>水浇地>露天菜地>日光温室>塑料大棚。有机质在旱地、水浇地和露天菜地中,以及在 3 种菜地类型中没有显著差异,但菜地相对于粮田的有机质含量明显下降,差异显著。究其原因是由于粮田长期秸秆还田的影响,而菜地中作物秸秆残留量较少,主要投入优质有机肥料,同时农业产出高,有机质消耗较多。

碱解氮、全氮在两种设施菜地中均无显著差异,在旱地和水浇地中全氮无明显差异,但碱解氮差异明显。其含量以设施菜地最高,露天菜地其次,粮田中含量最低。

土壤有效磷、速效钾和缓效钾含量除在旱地和水浇地中无差异外,在其他耕地利用方式下均有明显的变化,其中日光温室中含量最高,其次为塑料大棚、露天菜地、粮田。其中日光温室土壤有效磷含量为旱地的 9 倍,说明菜地,特别是设施菜地的磷、钾量远高于大田。

由此看出,土壤大量元素氮、磷、钾的变化受耕地利用方式的影响十分显著,共同的特点是菜地的含量明显高于粮田。其原因是农户对蔬菜地的投入及管理明显高于粮田。根据调查,青州市粮田年平均施用化肥量为 $1858.5 \text{ kg}/\text{hm}^2$ (2002 年),而菜地的施用量则为 $6049.5 \text{ kg}/\text{hm}^2$,是粮田的 3.25 倍,由此造成粮田与菜地间土壤大量元素含量的显著差异。

3.2 耕地不同利用方式对土壤中量元素的影响

青州市耕地土壤主要由石灰岩母质发育形成,地形等自然环境条件均一,中量元素含量受土壤本底的影响差异较小,主要与农民施肥管理措施有关。从表 1 可以看出,耕地不同利用方式对土壤中量元素的含量有着显著的影响,其影响程度为交换性钙>交换性镁>有效硅>有效硫。

在水浇地和旱地中,所有 4 种中量元素含量均没有显著差异,在塑料大棚和日光温室中,除有效硫外,其他 3 种中量元素含量也没有显著差异。说明粮田和设施菜地内不同利用类型对中量元素的影响不大。交换性钙在粮田、设施菜地、露天菜地 3 种利用类型的差异明显,含量高低依次为:露天菜地>设施菜地>粮田;菜地交换性镁的含量亦高于粮田,差异明显;粮田与菜地的有效硅含量则有很大差异,粮田含量平均在 $300 \text{ mg}/\text{kg}$ 以上,而菜地均低于 $200 \text{ mg}/\text{kg}$,其中粮田中旱地又高于水浇地,菜地中露天菜地又高于设施菜地,其含量表现为与土地利用程度(人为影响)成相反的趋势;有效硫在不同利用方式间的差异相对较小,除日光温室含量 ($44.52 \text{ mg}/\text{kg}$) 较高外,其他利用类型之间差异不显著,受耕地利用方式的影响不大。

由此看出,土壤钙、镁、硫的含量在较大程度上受施肥的影响,由于菜地施肥量较大,因而含量高于粮田。而

由于没有硅肥的施用补充, 菜地较高的生物产出而消耗的硅量较多, 因此造成粮田的土壤有效硅含量远高于菜地。

3.3 耕地不同利用方式对土壤微量元素的影响

相对于土壤有机质、大、中量元素, 耕地利用方式对土壤微量元素的影响相对较弱, 除有效锌、硼在不同耕地利用方式中差异显著外, 耕地利用方式的变化对有效锰、铜、铁的影响均不显著(见表 1)。

有效锌受耕地利用方式的影响较为明显, 主要表现为菜地含量明显高于粮田, 主要原因与农民在蔬菜地中普遍施用锌肥有关。青州市土壤有效硼普遍处于缺乏状态, 有效硼含量以水浇地和日光温室较高, 旱地、塑料大棚和露天菜地含量相对较低, 其差异主要与浇水、硼肥施用等有关。土壤中有有效锰、铜、铁等微量元素主要来源于成土母质, 且青州市土壤中这几种微量元素并不缺乏, 没有专门施用这一类的微肥, 因此耕地不同利用方式并没有对这几类元素的含量产生明显差异。

3.4 耕地不同利用方式对土壤 pH 值和全盐的影响

土壤的酸碱度(pH 值)与土壤养分形态有密切关系, 而且对土壤养分的有效性有重要影响。从表 2 可以看出, 耕地不同利用方式下土壤 pH 值差异十分明显, 其变化依次为: 旱地(7.69) > 水浇地(7.4) > 露天菜地(7.11) > 日光温室(6.98) > 塑料大棚(6.48), 粮田的土壤 pH 值高于露天菜地, 又高于设施菜地。这种趋势明显反映了耕地利用管理的影响, 青州市土壤主要是石灰质母质发育形成的褐土, 一般为中性或弱碱性。由于蔬菜地大量施用化肥、农药, 特别是生理酸性肥料和半腐熟有机肥料的施用, 导致了蔬菜地土壤逐渐酸化, pH 值有所降低。

表 2 耕地不同利用方式下 pH 值和全盐均值的比较

Table 2 Comparison of pH value and total salt content under different cultivated land use types

项目	旱地	水浇地	塑料大棚	日光温室	露天菜地	F 值
pH 值	7.69a	7.4ab	6.48d	6.98c	7.11bc	18.02**
全盐 /g · kg ⁻¹	0.86c	1.05c	1.33b	1.78a	1.30b	23.48**

注: 多重比较采用最小显著性差异(LSD)法, 每行含有相同字母的平均值没有显著差异, ** 为极显著, * 为显著。

土壤全盐含量是评价土壤盐渍化程度的重要指标, 土壤在长期大量施用化学肥料的情况下, 则存在盐渍化的潜在威胁。表 2 显示, 青州市耕地土壤在不同利用方式下的全盐含量变化呈极显著水平, 总体趋势为: 日光温室 > 塑料大棚 > 露天菜地 > 水浇地 > 旱地, 日光温室最高为 1.78 g/kg, 旱地最低为 0.86 g/kg, 菜地含量明显高于粮田, 粮田中水浇地和旱地差异不明显。说明不同耕地利用方式对土壤全盐含量产生了明显的影响, 因此应特别注意设施菜地肥料的施用, 防止长期大量化肥施用导致的土壤板结, 耕地质量下降。

3.5 耕地不同利用方式下土壤养分的变异状况

土壤养分在不同耕地利用类型的变异状况能够较好地反映耕地利用对不同类型土壤养分含量变化的影

响。表 3 中列出了土壤 pH 值、全盐、有机质以及 14 种大、中、微量元素在 5 种耕地利用方式下的变异系数及其总变异系数。可以看出, 有效磷是土壤中变异性最大的土壤养分, 在旱地、水浇地和露天菜地中变异系数均为最大, 总变异系数达 104.02%, 远远高于其它养分。然而, 在设施菜地中的变异系数最大养分发生了变化, 日光温室为全氮, 塑料大棚为有效硫, 充分反映出设施栽培的人为因素影响。由于设施蔬菜生物量的高产出以及氮素肥料、含硫肥料的高投入, 使这两种养分含量产生了较大的变化, 而其他利用方式施肥量较小、产出也较低, 人为因素不足以改变土壤养分的变异状况。

表 3 耕地不同利用方式下土壤养分的变异系数比较

Table 3 Variance coefficients of soil nutrients under different cultivated land use types

项目	旱地	水浇地	塑料大棚	日光温室	露天菜地	总变异系数
pH 值	6.93	8.14	11.57	10.92	10.78	11.17
全盐	30.77	41.02	16.56	34.07	37.26	41.34
有机质	20.67	19.92	18.83	25.09	15.46	20.97
速效钾	24.36	50.38	34.65	34.00	60.99	59.11
缓效钾	15.96	15.04	17.91	13.98	17.37	17.62
碱解氮	17.96	38.09	14.46	22.96	18.24	39.70
全氮	24.67	57.90	17.33	91.50	17.22	60.64
有效磷	87.48	96.88	50.03	49.89	69.34	104.02
交换性钙	8.21	23.20	23.99	13.94	18.13	29.71
交换性镁	21.24	21.32	36.17	49.79	31.78	34.30
有效硫	55.11	48.00	64.23	64.38	49.25	59.11
有效硅	32.02	32.28	28.32	29.38	28.70	44.19
有效锌	16.83	35.36	20.36	17.13	18.03	28.99
有效硼	57.53	50.50	49.30	55.52	366.98	57.52
有效锰	56.64	49.54	52.32	48.64	55.57	52.76
有效铜	52.11	33.01	61.63	61.98	57.98	51.40
有效铁	47.66	43.48	50.04	37.65	34.83	44.14

4 结论

1) 耕地不同利用方式对土壤有机质和氮、磷、钾等大量元素含量的影响显著。由于农户对蔬菜地和粮田的投入及管理水平差异, 菜地中有机质及大量元素含量明显高于粮田。其中全量养分在水浇地和旱地中、塑料大棚和日光温室中的差异相对较小, 而速效养分在不同利用方式下差异显著。

2) 中量元素中有效硫受耕地利用方式的影响相对较小, 交换性钙、镁受影响较大, 总体上来说, 菜地的含量明显高于粮田; 有效硅则相反, 含量的粮田远高于菜地, 并呈现出与土地利用程度(人为影响)相反的趋势。其原因主要与施肥有关, 目前尚无硅肥的补充, 菜地中大量硅的消耗而导致含量低于粮田。

3) 耕地利用方式对土壤微量元素的影响除有效锌、硼差异显著外, 有效锰、铜、铁的差异均不显著。主要原因与农民施用锌、硼肥有关, 而土壤有效锰、铜、铁的含量相对较高, 并不缺乏, 因此耕地利用方式对这几类微量元素的影响不显著。

4) 土壤 pH 值和全盐含量与耕地不同利用方式有

极显著的关系,由于施肥的影响,土壤 pH 值粮田最高,露天菜地次之,设施菜地最低;土壤全盐含量则是设施菜地最高,露天菜地次之,粮田含量最低。

5) 从土壤养分在不同耕地利用类型的变异状况看,有效磷在旱地、水浇地和露天菜地中的变异系数均为最大,但在日光温室和塑料大棚中变异系数最大的养分分别为全氮和有效硫,说明设施菜地的人为利用对土壤养分的变异状况产生了较大的影响。

[参 考 文 献]

- [1] 郭旭东,傅伯杰,陈利顶,等. 低山丘陵区土地利用方式对土壤质量的影响-以河北省遵化市为例[J]. 地理学报, 2001, 56(4): 447- 455
- [2] 史志华,蔡崇法,王天巍,等. 红壤丘陵区土地利用变化对土壤质量影响[J]. 长江流域资源与环境, 2001, 10(6): 537- 543
- [3] 龙 健,黄昌勇,李 娟. 喀斯特山区土地利用方式对土壤质量演变的影响[J]. 水土保持学报, 2002, 16(1): 76- 79
- [4] 苏永中,赵哈林. 科尔沁沙地不同土地利用和管理方式对土壤质量性状的影响[J]. 应用生态学报, 2003, 14(10): 1681- 1686
- [5] 王洪杰,史学正,李宪文,等. 小流域尺度土壤养分的空间分布特征及其与土地利用的关系[J]. 水土保持学报, 2004, 18(1): 15- 18
- [6] 孔祥斌,张凤荣,齐 伟,等. 集约化农区土地利用变化对土壤养分的影响-以河北省曲周县为例[J]. 地理学报, 2003, 58(3): 333- 342
- [7] Adejuwon J O, Ekanade O. A comparison of soil proper-

ties under different landuse types in a part of the Nigerian cocoa belt[J]. CATENA, 1988, 15(3- 4): 319- 331

- [8] Sarah M. Walker, Paul V. Desanker. The impact of land use on soil carbon in Miombo Woodlands of Malawi[J]. Forest Ecology and Management, 2004, 203(1- 3): 345- 360
- [9] Yang Jinling, Zhang Ganlin. Quantitative relationship between land use and phosphorus discharge in subtropical hilly regions of China[J]. Pedosphere, 2003, 13(1): 67- 74
- [10] Narendra Kumar Tuteja, Geoffrey Beale, Warrick Dawes, et al. Predicting the effects of landuse change on water and salt balance—a case study of a catchment affected by dryland salinity in NSW [J]. Australia Journal of Hydrology, 2003, 283(1- 4): 67- 90
- [11] 袁东海,王兆骞,陈 欣,等. 不同农作方式红壤坡耕地土壤氮素流失特征[J]. 应用生态学报, 2002, 13(7): 863- 866
- [12] 吕军杰,姚宇卿,王育红,等. 不同耕作方式对坡耕地土壤水分的影响[J]. 中国农业气象, 2002, 23(3): 39- 41
- [13] 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, 2003, 35(6): 495- 499
- [14] 刘长庆,王德科,王文香,等. 不同棚龄大棚土壤养分年度变化特征研究[J]. 中国农学通报, 2001, 17(6): 38- 40
- [15] Zhao Gengxing, Li Jing, Li Tao, et al. Utilizing landsat TM imagery to map greenhouses in Qingzhou, Shandong Province, China[J]. Pedosphere, 2004, 14(3): 363- 369

Analysis of soil nutrient situation under different cultivated land use types

Zhao Gengxing¹, Li Xiujuan¹, Li Tao², Yue Yude³, Zhang Ruyong⁴

(1. College of Resources and Environment, Shandong Agricultural University, Tai'an 271018, China;

2 Soil and Fertilizer Working Station of Shandong, Jinan 250100, China; 3 Qingzhou Agricultural

Bureau, Qingzhou 262500, China; 4 People's Government of Tai'an City, Tai'an 271000, China)

Abstract: Taking Qingzhou County as a case study, based on the systematic field survey and experimental analysis to get a database of soil nutrients, this paper systematically analyzed the differences of seventeen soil nutrient items under five cultivated land use types by the method of mathematical statistics analysis. The impacts of different cultivated land use types on soil nutrients were discussed. The result shows the significant influence of different cultivated land use types on soil organic matter and macronutrients, exchangeable Ca, Mg, available Si, Zn, B, soil pH value and total salt content. Because of the large amount of fertilization and higher biological output on vegetable lands, the contents of most soil nutrients in vegetable land are higher than those in farmlands. However, the content of available Si in farmlands is obviously higher than that in vegetable lands. The pH value of farmlands is higher than that of vegetable lands and total salt content in vegetable lands is higher than that in farmlands. Among dry land, irrigated land and open vegetable land, available P has the maximal variance, while in protected vegetable lands the total N and available S have the maximal variance. This study will have a positive significance for exploring the effects of cultivated land use types on soil nutrients and for the reasonable use and protection of cultivated land resources.

Key words: cultivated land; land use type; soil nutrient; Qingzhou County