

王永和,陈爱晶,徐汉亿. 江苏省盐城市耕地肥力变化趋势[J]. 江苏农业科学,2013,41(11):395-397,406.

# 江苏省盐城市耕地肥力变化趋势

王永和<sup>1</sup>, 陈爱晶<sup>2</sup>, 徐汉亿<sup>2</sup>

(1. 江苏省盐城生物工程高等职业技术学校, 江苏盐城 2240051; 2. 江苏省盐城市耕地质量保护站, 江苏盐城 224002)

**摘要:**对江苏省盐城市耕地的土壤肥力定点动态监测结果表明:与 1985 年全国第二次土壤普查结果比较,盐城市土壤耕层肥力有了显著提高,土壤有机质含量提高了 42.49%,全氮含量提高了 29.20%,有效磷含量提高了 301%,有效锌含量提高了 15.5%,有效铁、锰、铜含量丰富,变化不明显,但速效钾含量下降了 8.6%,pH 值平均为 7.67,呈下降趋势,土壤耕层平均厚度为 11.5 cm,容重为 1.29 g/cm<sup>3</sup>,有变浅、变重趋势。

**关键词:**盐城;耕地肥力;变化趋势

**中图分类号:** S158 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2013)11-0395-03

土壤肥力是土壤的基本属性和本质特征,是土壤为植物生长供应和协调养分、水分、空气和热量的能力,是土壤物理、化学和生物学性质的综合反映<sup>[1]</sup>。由于自然和人为因素影响,土壤肥力状况具有时空变化特点,从而影响作物产量水平<sup>[2]</sup>。研究土壤养分的时空变化特征及其影响因素,科学评价土壤肥力状况,对改良土壤、培肥地力、提高产量、改善农田生态环境以及促进农业生产可持续发展等具有重要的理论和实践意义。本研究通过对江苏省盐城市 260 个国家、省、市、县耕地质量监测点土壤样品有机质、大量元素氮磷钾和部分中微量元素等的测试与统计分析,按照评价指标体系,对盐城耕地土壤肥力现状进行科学合理的评价,为该地区的科学合理施肥、培肥地力提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 样品采集与制备

综合盐城市土壤区域图、土地利用现状图、行政区划图等资料,选出有代表性的并能充分反映耕地土壤特性的农田,按照《江苏省耕地质量监测管理和技术》要求,建立监测点,采集土壤样品。土壤采样深度为 0~20 cm,连续 6 年(2007—2012 年)共采集土壤样品 1 543 个,分别测定土壤有机质、全氮、有效磷、速效钾、有效硼、有效锌、有效铁、有效锰含量及 pH 值,共获得有效数据 12 296 个。

#### 1.2 测定项目与方法

土壤有机质的测定:重铬酸钾容量法-外加热法;土壤全氮的测定:凯氏定氮法;土壤有效磷的测定:碳酸氢钠浸提-钼锑抗比色法;土壤速效钾的测定:醋酸铵浸提-火焰光度法;微量元素测定:DTPA 浸提-原子吸收分光光度计法<sup>[3]</sup>。

微量元素分级标准采用中国科学院南京土壤研究所制定的相应标准<sup>[4]</sup>(表 1)。

表 1 土壤有效态微量元素含量评价分级标准

微量元素 (mg/kg)	浸提方法	评价分级					临界值
		丰富	高	中等	低	缺少	
Cu	DTPA	>1.80	1.01~1.80	0.21~1.00	0.10~0.20	≤0.10	0.20
Zn	DTPA	>5.0	2.1~5.0	1.1~2.0	0.5~1.0	≤0.5	0.5
Fe	DTPA	>20.0	10.0~20.0	4.5~10	2.5~4.5	≤2.5	2.5
Mn	DTPA	>50.0	15.1~50.0	7.1~15.0	3.0~7.0	≤3.0	7.0
Mo	Tammi		>0.20	0.16~0.20	0.10~0.15	≤0.10	0.15

## 2 结果与分析

### 2.1 土壤有机质的变化

**2.1.1 土壤有机质含量** 2007—2012 年盐城市耕地土壤有机质平均含量为 19.5 g/kg(43 个省级监测点 6 年的监测数据平均值,下同),低于江苏省 22.1 g/kg 的平均水平。3 个农区中,里下河农区土壤有机质含量最高,为 24.8 g/kg;其次是渠北农区,为 17.9 g/kg;沿海农区最低,为 15.8 g/kg。表明盐城市耕地土壤有机质含量处于江苏省中等偏下水平。

**2.1.2 土壤有机质含量变化** 2007—2012 年 6 年监测的平均值与第二次土壤普查时相比,盐城市耕地土壤有机质平均含量有了较大提高,从 13.7 g/kg 提升到了 19.5 g/kg,上升了 5.8 g/kg,增幅达 42.34%,略高于江苏省 41.0% 的增幅。从各农区来看,渠北农区 20 世纪 80 年代初期土壤有机质含量在 3 个农区中最低,仅为 9.6 g/kg,但该农区土壤有机质含量上升了 8.3 g/kg,达 17.9 g/kg,增幅为 86.46%;沿海农区从 11.9 g/kg 提高到 15.8 g/kg,上升 3.9 g/kg,增幅在 3 个农区中最低,增幅为 32.77%;里下河农区从 18.0 g/kg 提高到 24.8 g/kg,上升 6.8 g/kg,增幅为 37.78%。2007—2012 年土壤有机质平均含量呈逐年升高的趋势(图 1)。

**2.1.3 土壤有机质含量变化的原因分析** 里下河农区土壤由泻湖静水沉积母质发育而成,经过了沼泽化、草甸化过程,

收稿日期:2013-04-27

作者简介:王永和(1963—),男,江苏阜宁人,硕士,副教授,主要从事农业教育与农技推广工作。Email:ycnxiwang@163.com。

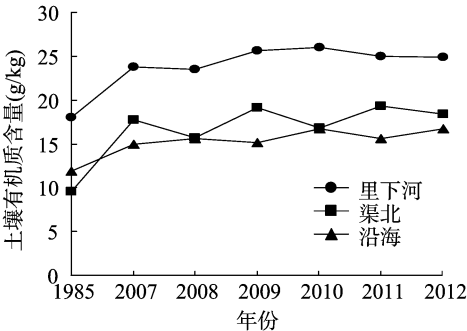


图1 盐城市不同农区土壤有机质含量变化

质地细腻,有机质丰富,在开垦种植后,土壤有机质经过了一个快速下降的过程,逐步达到一个低水平的平衡。近30年来,里下河农区采取了加强水利建设、增加化肥用量、改善施肥结构、合理调整作物布局等一系列土壤改良和培肥措施,农产品产量逐年提高,残留在土壤中的有机物也有所增加,土壤有机质含量逐年缓慢上升。渠北农区的土壤由黄泛和黄淮冲积母质发育而成,成土母质通体质地不一,沙黏互间,有机质含量低,土壤较为贫瘠。该农区坚持水、肥、土、林综合治理,措施有力,效果较好,土壤有机质含量上升速度较快,30年内上升幅度近90%。沿海农区的土壤由黄淮冲积母质和海相沉积母质发育而成,土壤偏沙壤性,围垦前,土壤有机质含量普遍低于5.0 g/kg。近年围垦种植后,采取了有效的脱盐排碱、治水改土措施,土壤有机质含量有所提高,但由于土壤质地较粗,有机质容易消耗,因此沿海农区土壤有机质含量上升速度较为缓慢,上升的幅度较小。土壤有机质变化趋势没有导致土壤质量下降,这与俞海等的研究结论在现代农业生产方式下并不一定造成土壤肥力的衰减<sup>[5]</sup>一致。土壤有机质提高的主要原因是由于农业生产环境的改善,生产技术的提高,化肥的合理施用,使得农田作物产量和总生物量显著增加,作物根系、秸秆等有机物在土壤中得到积累。同时浅耕、直播等农艺技术推广也促进了土壤有机质的积累<sup>[5-8]</sup>。

2.2 土壤大量元素

2.2.1 土壤大量元素含量 2007—2012年盐城市耕地土壤全氮、有效磷和速效钾6年平均含量分别为1.25 g/kg、16.84、148.2 mg/kg。全氮与有效磷含量在江苏省处于中等水平,速效钾含量处于江苏省最高水平。里下河农区全氮、有效磷和速效钾平均含量均高于盐城市平均水平,而沿海农区和渠北农区均低于盐城市平均水平(表2)。

表2 2007—2012年盐城市不同农区土壤大量元素平均含量

农区	全氮 (g/kg)	有效磷 (mg/kg)	速效钾 (mg/kg)
里下河农区	1.43	18.11	183.1
渠北农区	1.22	14.60	120.4
沿海农区	1.11	18.35	141.1
盐城市平均	1.25	16.84	148.2

2.2.2 土壤全氮含量变化 盐城市2007—2012年土壤全氮含量平均值为1.25 g/kg,与第二次土壤普查相比,上升了0.33 g/kg,增幅达29.2%。从各农区来看,渠北农区20世纪80年代初期土壤全氮含量在3个农区中最低,为0.61 g/kg,但该农区全氮含量上升了0.61 g/kg,增幅达100%;沿海农区

上升0.15 g/kg,增幅为15.4%;里下河农区上升了0.28 g/kg,增幅为24.1%。土壤全氮的时空变化与有机质的时空变化一致(图2)。土壤中95%以上的氮素以有机形态存在于土壤中,氮素含量与土壤有机质含量有较好的相关性。2007—2012年土壤全氮与有机质含量关系见表3。

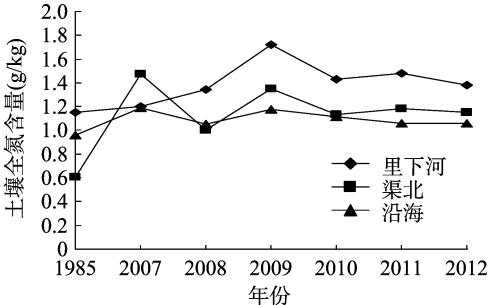


图2 盐城市不同农区土壤全氮含量变化

表3 不同年度盐城市土壤全氮与有机质含量的关系

年度	方程	R <sup>2</sup>
2012	y=0.045 9x+0.273 7	0.863 8
2011	y=0.050 5x+0.258 2	0.894 9
2010	y=0.043 x+0.384 8	0.811 1
2009	y=0.042 6x+0.577 8	0.814 4
2008	y=0.043 x+0.352 5	0.883 6
2007	y=0.041 8x+0.193 8	0.754 8

2.2.3 土壤有效磷含量变化 盐城市2007—2012年土壤有效磷平均含量为16.84 mg/kg,与第二次土壤普查时的4.20 mg/kg含量相比,提高了12.64 mg/kg,上升幅度达301%。2007—2012年土壤有效磷含量年度间有升有降,变化平缓(图3)。

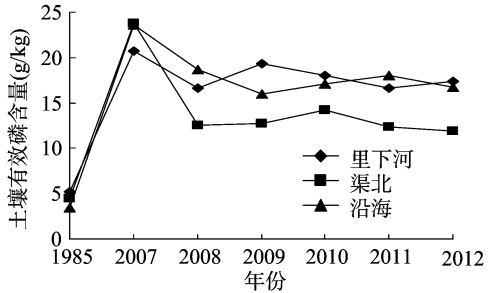


图3 盐城市不同农区土壤有效磷含量变化

2.2.4 土壤速效钾含量变化 盐城市2007—2012年土壤速效钾含量平均值148.2 mg/kg,比第二次土壤普查时的162.1 mg/kg下降13.9 mg/kg,下降幅度为8.6%。里下河农区土壤速效钾含量183.1 mg/kg,比第二次土壤普查时的192.7 mg/kg下降5.0%,其他2个农区土壤速效钾含量也有不同程度的下降,渠北农区土壤速效钾含量从132.8 mg/kg下降到120.4 mg/kg,下降幅度为9.3%,下降幅度居中;沿海农区土壤速效钾含量从159.4 mg/kg下降到141.1 mg/kg,下降幅度11.5%,降幅最大(图4)。

2.2.5 土壤大量元素变化的原因分析 大量元素全氮的时间变化与有机质基本一致,与土壤中95%以上的氮素以有机形态存在于土壤中有关。有效磷含量上升301%,20世纪80年代土壤有效磷含量低,施用磷肥效果明显,盐城市全面推广

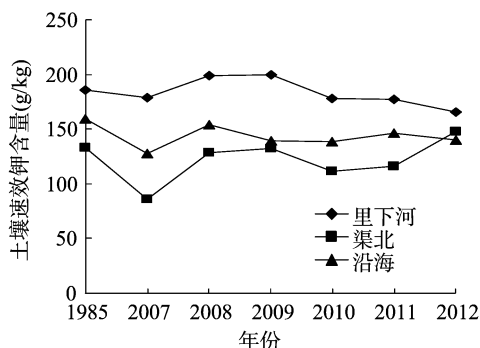


图4 盐城市不同农区土壤速效钾含量变化

施用磷肥,农民形成了施用磷肥的习惯,多年来平均每季施用五氧化二磷  $45 \sim 90 \text{ kg/hm}^2$ ,施入土壤中的磷不象氮那样易流失而被土壤固定,经过多年的积累,土壤有效磷含量明显提高。土壤速效钾平均含量下降  $8.6\%$ ,部分长期进行粮棉生产的地区,正由富钾向缺钾转变,这与近 30 年来钾肥使用较少有关,农作物产量不断提高,从土壤中带走钾素的量不断增加,而土壤母质释放钾的速度没有加快;相对于氮素与磷素,农民对土壤钾素的投入较少;与钾素容易流失等因素有关。里下河农区土壤质地较重,保肥能力强,稻麦秸秆还田量比较大,因此土壤速效钾含量下降速度慢;沿海与渠北农区多数土壤质地较轻,保肥能力较弱,土壤速效钾含量下降速度较快。

### 2.3 土壤微量元素

**2.3.1 土壤有效锌含量变化** 盐城市土壤有效锌平均含量为  $1.49 \text{ mg/kg}$ ,与第二次全国土壤普查  $1.29 \text{ mg/kg}$  相比,提高了  $15.5\%$ 。不同农区土壤有效锌含量从高到低的顺序是:里下河农区 ( $1.83 \text{ mg/kg}$ ) > 沿海农区 ( $1.51 \text{ mg/kg}$ ) > 渠北农区 ( $0.78 \text{ mg/kg}$ )。盐城市土壤有效锌丰缺程度评价结果为中等,仅有 2 个含量为丰富,6 个含量为高,其余 35 个均为中等或低。

**2.3.2 土壤有效硼含量变化** 盐城市土壤有效硼平均含量为  $0.38 \text{ mg/kg}$ ,与第二次全国土壤普查时的  $0.44 \text{ mg/kg}$  相比,降低了  $13.6\%$ 。不同农区土壤有效硼含量从高到低的顺序是:沿海农区 ( $0.40 \text{ mg/kg}$ ) > 里下河农区 ( $0.38 \text{ mg/kg}$ ) > 渠北农区 ( $0.36 \text{ mg/kg}$ )。与第二次全国土壤普查相比分别降低了  $30.5\%$ 、 $8.1\%$ 、 $7.5\%$ 。盐城市土壤有效硼丰缺程度评价结果为低,仅  $9.3\%$  的监测点达到中等,  $81.4\%$  的点为低,其他的为缺少。

**2.3.3 土壤有效锰、铜、铁含量变化** 盐城市土壤有效铜平均含量为  $3.22 \text{ mg/kg}$ ,有效铁平均含量为  $111.15 \text{ mg/kg}$ ,丰缺程度评价结果均为丰富;土壤有效锰平均含量为  $16.23 \text{ mg/kg}$ ,丰缺程度评价结果均为高,与第二次土壤普查时相比,均呈上升趋势。

**2.3.4 盐城市土壤微量元素变化的原因分析** 土壤微量元素养分的含量主要与成土母质有关,土壤类型、成土母质一致,气候、水文条件差异不大,微量元素含量也相差不大<sup>[1]</sup>。盐城市土壤有效锌含量提高与 20 世纪 90 年代盐城市推广利用锌肥有关。虽然多年来一直推广硼肥,但是土壤有效硼含量仍有下降趋势,可能跟生产上一般以叶面喷施为主,对土壤影响较小有关。试验及生产实践证明,盐城市油菜、棉花等作物生产上使用硼肥具有明显效果,部分水稻使用也有一定效

果,由于硼肥使用量较少,价格较高,因此,仍建议以叶面喷施为主。盐城市有效铜、有效铁、有效锰含量与第二次土壤普查时相比,均呈上升趋势,一般不需要补充使用相应肥料。

### 2.4 土壤 pH 值变化

**2.4.1 土壤 pH 值** 2007—2012 年盐城市土壤 pH 值平均为 7.67。pH 值大于 7.5 呈碱性的监测点 7 个,占全部 43 个监测点的  $16.3\%$ ;pH 值在  $6.5 \sim 7.5$  之间呈中性的监测点 34 个,占  $79.1\%$ ;pH 值小于 6.5 呈酸性的监测点 2 个,占  $4.6\%$ 。在 3 个农区中,渠北农区的土壤平均 pH 值最高,为 7.32,沿海农区为 7.22,里下河农区为 6.93。

**2.4.2 土壤 pH 值变化** 两个时期土壤 pH 值空间分布的基本格局仍然相似,表现为南低北高、西低东高。2007—2012 年全市土壤 pH 值平均为 7.67,与第二次土壤普查的 7.93 相比,下降了 0.26(图 5)。

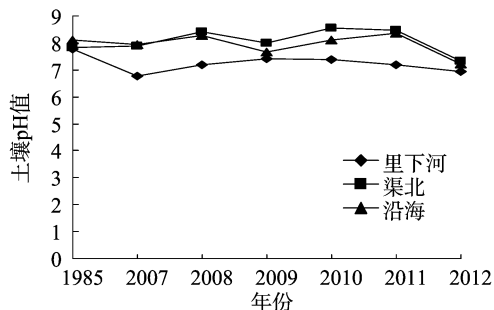


图5 盐城市不同农区土壤pH值变化

**2.4.3 盐城市土壤 pH 值变化的原因分析** 土壤酸碱性时空变化取决于土壤本身抵制酸碱变化的能力及外界致酸致碱因素<sup>[9]</sup>。土壤本身抵制酸碱变化的能力以土壤的物质组成为基础,不同类型土壤的酸碱缓冲性能不同。潮土和盐土一般被认为酸缓冲性能较强,而水稻土被认为酸缓冲性能较弱<sup>[9-10]</sup>。里下河浅洼地区的多数土壤转变成中性。长期不合理施肥,造成土壤酸化。盐城市化肥不合理施用主要表现在化肥总施用量过大,氮、磷、钾比例失调,氮肥施用量占绝对优势,氮肥又以酰胺态氮、铵态氮为主,最终造成土壤 pH 值下降。旱地淹水种稻可以显著降低土壤 pH 值,盐城市旱改水的面积逐年增加,导致了土壤 pH 值的下降。

### 2.5 土壤物理性状变化

耕层厚度、土壤容重是评价耕地土壤物理性状的主要指标<sup>[1]</sup>。土壤耕层平均厚度为  $11.5 \text{ cm}$ ,比第二次土壤普查时的  $14.6 \text{ cm}$  降低了  $3.1 \text{ cm}$ 。耕层土壤容重平均值为  $1.29 \text{ g/cm}^3$ ,比第二次土壤普查时增加  $0.03 \text{ g/cm}^3$ 。说明耕地土壤物理性状态有退化趋势。

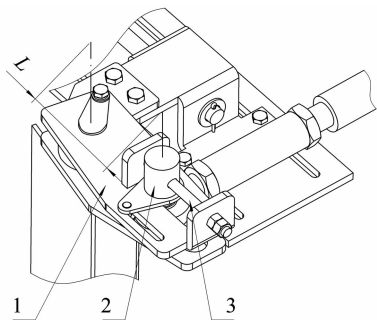
## 3 讨论与结论

### 3.1 土壤肥力水平显著提高

土壤中有机质含量直接反映了土壤的肥力水平,土壤有机质的含量越多,土壤肥力就越高。与第二次土壤普查数据相比,近 6 年盐城市耕地土壤有机质含量普遍提高,平均上升了  $5.8 \text{ g/kg}$ ,增幅达  $42.49\%$ ,高于全省平均增幅,盐城市土壤肥力水平有了较大提高,表明在现代农业生产方式下并不一定造成土壤肥力的衰减<sup>[5]</sup>。

后  $\alpha$  区域只沿着驱动轴轴线方向增加,必须调节 2 个拉杆大端间的距离。因此,将驱动轴设计成花键加螺纹,偏心块内孔为花键孔,这样偏心块既可以传递动力,又可以在驱动轴上滑动,同时还可利用螺母锁紧偏心块两端,防止工作过程中偏心块滑动。

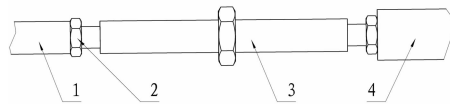
2.2.3 肋条振幅、频率调节 调节肋条振幅时先将工作部件摆动板 1 和工作部件连接销轴 2 的紧固螺栓松掉,然后旋转摆动梁驱动半径调整螺杆 3,使工作部件连接销轴 2 沿着工作部件摆动板 1 的滑槽移动,从而调节  $L$ 。调节  $L$  后,2 个拉杆大端间的距离也要调节(图 9)。



1—工作部件摆动板; 2—工作部件连接销轴;  
3—摆动梁驱动半径调整螺杆

图9 酿酒葡萄采摘试验装置振幅调节结构

有时调节  $L$  以后,通过调节拉杆大端间的距离,并不能保证图 8 中  $\alpha$  区域不发生变化,此时可以调节拉杆的长度。图 10 为拉杆结构图,拉杆主要由 3 段组成,即小端 1、调节段 3、大端 4。调节段 3 通过螺纹连接小端 1 及大端 4,而且两端的螺纹为正负 2 种螺纹,以调整小端和大端间距,调整完成后,锁紧螺母 2 用于锁紧调节段 3。可以通过变频器控制电机的转速以调节肋条振动频率。



1—小端; 2—锁紧螺母; 3—调节段; 4—大端

图10 酿酒葡萄采摘试验装置拉杆结构

### 3 田间试验

2012 年 10 月,采用该试验装置在新疆生产建设兵团十总厂四分厂进行田间试验。试验对象为种植模式为  $2\text{ m} \times 3.2\text{ m}$  (行高  $\times$  行距)、树龄为 2 年的酿酒葡萄。试验表明:影响葡萄采摘效果的主要因素包括肋条的振动频率、振幅、肋条分布规律以及对葡萄行的压紧程度,该试验装置能够对这几个影响因素进行调节,以满足试验要求。

### 4 结论

本研究表明,影响葡萄采摘效果的主要因素包括肋条的振动频率、振幅、肋条分布规律以及对葡萄行的压紧程度,该装置能够对这几个影响因素进行调节,可以用于采摘酿酒葡萄。

### 参考文献:

- [1] 赵中华. 新疆葡萄生产机械应用现状及发展方向[J]. 农业技术与装备, 2008(4): 33-34.
- [2] 海力力·沙比提, 扎克尔. 4PCQ-1 型葡萄采收器[J]. 新疆农机化, 2002(2): 52-53.
- [3] 王业成, 陈海涛, 林青. 黑加仑采收装置参数的优化[J]. 农业工程学报, 2009, 25(3): 79-83.
- [4] 胡志超, 田立佳, 彭宝良, 等. 国内外葡萄生产机械化的研究与应用[J]. 新疆农机化, 2010(4): 48-49.

(上接第 397 页)

### 3.2 土壤有效磷水平显著提高

与第二次土壤普查时相比,盐城市土壤有效磷平均含量上升幅度达到 301%。盐城市过去耕地自身有效磷含量较低,农田施用磷肥增产增收效果明显。在长期的农业生产过程中,农民形成了施用磷肥的习惯,经过多年的积累,盐城市耕地土壤有效磷含量显著提高。目前,农民仍然按照习惯用量施用磷肥,导致有限磷肥资源分配不合理,不能充分发挥磷肥的最大效益,增加了磷元素向环境流失的风险。

### 3.3 沿海地区土壤需要补充钾肥

土壤速效钾含量有逐年下降的趋势,目前盐城市里下河农区的速效钾含量较为丰富,除局部地区外,不需要补钾;而盐城市沿海农区、渠北农区土壤钾素含量不足,大部分地区均需推广钾肥的使用。

### 3.4 土壤物理性状、pH 值呈现质量下降趋势

与第二次土壤普查结果相比,目前盐城市土壤耕作层变浅,土壤容重增加,使得土壤缓冲性能下降,土壤养分库容减小,土壤养分保蓄能力降低;土壤 pH 值降低,存在酸化的趋势,使得土壤养分容易流失,会对耕地的持续利用产生不利影响。但土壤有机质含量提高,土壤阳离子交换量增加,增强了土壤缓冲性能,可以部分抵消耕层变浅、土壤酸化所导致的负

面影响。

### 参考文献:

- [1] 黄昌勇. 土壤学[M]. 北京:中国农业出版社, 2000.
- [2] Portch S, Hunter A. 评价与改善土壤肥力的系统研究法[M]. 杨俐苹, 译. 北京:中国农业出版社, 2005.
- [3] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 3 版. 北京:中国农业出版社, 2007.
- [4] 江苏省土壤肥料技术指导站. 江苏省 2011 年耕地质量监测报告[R]. 南京:江苏省土壤肥料技术指导站, 2012.
- [5] 俞海, 黄季焜, Scott R, 等. 中国东部地区耕地土壤肥力变化趋势研究[J]. 地理研究, 2003, 22(3): 380-388.
- [6] 王建革, 陆建飞. 华北平原土壤肥力的变化与影响因素分析[J]. 农村生态环境, 1998, 14(3): 12-16.
- [7] 江永红, 宇振荣, 马永良. 秸秆还田对农田生态系统及作物生长的影响[J]. 土壤通报, 2001, 32(5): 209-213.
- [8] 李新举, 张志国, 赵美兰, 等. 免耕对土壤养分的影响[J]. 土壤通报, 2000, 31(6): 267-269.
- [9] 王志刚, 赵永存, 廖启林, 等. 近 20 年来江苏省土壤 pH 值时空变化及其驱动力[J]. 生态学报, 2008, 28(2): 720-727.
- [10] 仇荣亮, 张云霓, 莫大伦. 南方土壤酸沉降敏感性研究 1. 酸敏感性影响因子及其数学表征[J]. 中山大学学报: 自然科学版, 1997, 36(5): 78-83.