

洛阳烟区土壤养分演变及不同茬口土壤特性分析

毛家伟¹, 李华荣², 李 彰³, 李国平¹, 王闷灵³, 王海涛³,
江 凯³, 王 宏³, 马京民⁴

(1. 河南省农业科学院 植物营养与资源环境研究所, 河南 郑州 450002; 2. 光山县弦山办事处 农村经济发展服务中心, 河南 光山 465450; 3. 洛阳市烟草公司, 河南 洛阳 471000; 4. 三门峡市烟草公司, 河南 三门峡 472000)

摘要: 为制定洛阳不同区域烟草施肥方案, 提高烟草生产效益, 于 2011 年对洛阳烟区 3 个主要植烟县共 525 个土壤样品进行分析, 并与 2002 年烟田土壤分析结果进行对比。结果表明, 全市土壤有机质含量平均为 13.2 g/kg, 有 78.1% 的土壤有机质在适宜范围; 速效氮含量偏高 (>65 mg/kg) 的土壤占 16.6%; 土壤速效磷平均含量为 9.52 mg/kg, 有 68.8% 的土壤速效磷处于缺乏或极缺的状态; 土壤速效钾平均含量为 183.1 mg/kg; 全市土壤有效铜、有效铁基本不缺乏, 缺锰的烟田主要集中在洛宁烟区, 全市有 68% 烟田施锌有效, 有效硼普遍缺乏, 水溶性氯离子含量整体适宜。同 2002 年相比, 土壤有机质和速效氮含量有增加的趋势, 土壤速效磷有较大幅度下降, 土壤速效钾含量略有下降, 微量元素中有效锌略有降低, 有效硼下降幅度较大, 土壤氯离子有较明显的下降。对烟区不同茬口土壤养分特征分析表明, 不同茬口烟田养分存在明显差异, 土壤速效氮含量以玉米和花生茬烟田较高, 红薯和大豆茬烟田土壤速效磷明显低于其他作物茬口, 土壤速效钾以花生茬最低, 不同茬口烟田微量元素含量也存在一定差异。

关键词: 洛阳烟区; 土壤; 养分演变; 茬口; 施肥

中图分类号: S158.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1004-3268(2012)11-0069-05

Analysis of Soil Nutrients Variation and Soil Characteristics in Different Rotation Systems in Luoyang Tobacco Area

MAO Jia-wei¹, LI Hua-rong², LI Zhang³, LI Guo-ping¹, WANG Men-ling³,
WANG Hai-tao³, JIANG Kai³, WANG Hong³, MA Jing-min⁴

(1. Institute of Plant Nutrition, Agricultural Resources and Environmental Science, Henan Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou 450002, China;

2. Rural Economic Development Service Center, Guangshan County Xianshan Office, Guangshan 465450, China;

3. Tobacco Company of Luoyang, Luoyang 471000, China; 4. Tobacco Company of Sanmenxia, Sanmenxia 472000, China)

Abstract: Soil nutrients of 525 soil samples collected from 3 main tobacco-planting regions in Luoyang in 2011 were analyzed, and the results were compared with the analysis results of samples collected in 2002. The results showed that the average content of soil organic matter was 13.2 g/kg, and 78.1% of soil organic matter content was in the suitable range; The tobacco fields with higher available nitrogen content (>65 mg/kg) accounted for 16.6%; The average content of available phosphorus was 9.52 mg/kg, and 68.8% of soil available phosphorus was poor; The average content of available potassium was 183.1 mg/kg; Soil available copper and available iron content was rich in the whole city, and water soluble chloride ion was suitable at large, however, soil available boron and zinc were short; Application of zinc fertilizer was effective for 68% tobacco fields in Luoyang; Besides, manganese deficiency was mainly distributed in Luoning tobacco area. Compared with the results of 2002, the contents of organic matter and available nitrogen was in-

收稿日期: 2012-07-02

基金项目: 河南省烟草专卖局重点科技项目 (HYKJ201108, HYKJ201007); 洛阳市烟草公司科技项目

作者简介: 毛家伟 (1981-), 男, 湖北广水人, 助理研究员, 硕士, 主要从事植物营养与施肥技术研究。

E-mail: maojw1981@126.com

creased, however, the contents of available phosphorus and available potassium was decreased; For the microelements, the available zinc slightly decreased, but available boron and water soluble chloride ion significantly decreased. The results of soil characteristics in different rotation systems showed that available nitrogen content of tobacco area was higher in maize and peanut stubble, available phosphorus content of tobacco area in sweet potato and soybean stubble was significantly lower than other crop stubbles, available potassium was lowest in peanut stubble, and the content of microelements in different crop stubbles also had some differences.

Key words: Luoyang tobacco area; soil; nutrients variation; stubble; fertilization

土壤不仅是作物生长的基质,更重要的是作物吸收养分的中介,其理化性质直接关系到作物的生长状况^[1]。植烟土壤的养分状况直接影响烟草生长发育的营养水平,进而影响烟叶的产量和品质^[2]。因此,对植烟土壤养分含量进行分析评价在生产实践中具有重要的意义。

洛阳境内山川丘陵交错,地形复杂多样,光照充足,土壤含钾量高,多种地理要素组合良好,农业小气候明显^[3],该区是河南省最适宜的烤烟产区之一。但近几年,由于施肥不当、气候不利等因素,造成烟区烟叶产质量波动较大。为提高洛阳烟区烟叶产质量,促进烟区稳定可持续发展,针对洛阳市各县级烟区土壤养分存在较大差异的现状,开展了洛阳市 2011 年烤烟测土配方工作。随着种植年限的增加和烟区施肥水平的变化,烟田土壤的化学性状也相继发生了改变,结合洛阳烟区 2002 年烟田土壤主要养分测定结果,分析了洛阳烟区土壤养分现状及演变,比较了不同作物茬口土壤养分特征差异,并在此基础上提出了烤烟施肥建议,旨在为制定洛阳不同区域烟草的施肥方案、提高烟草生产的效益、促进烟草生产的可持续发展提供依据。

1 材料和方法

1.1 土壤样品采集

按照“代表性、可比性”的基本原则,根据烟田地形地貌、土壤类型和肥力、种植制度和前茬等情况,确定采样单元面积和取样数量。土样采集选择在烤烟收获结束后,于 2011 年 1 月底前采集完毕。采样时遵循“随机、等量、多点混合”的原则,采用 S 形布点取样,采集耕作层土壤,统一规定采样深度为 0~20 cm,耕层不足 20 cm 的,按实际厚度采集,并标明耕作层厚度。取样点选择能代表烟区植烟水平的烟田,土壤样品采用多点混合采样法,每个样品采样点不少于 10 个。洛阳烟区共采集 525 个混合土样,其中,洛宁县 182 个,宜阳县 194 个,汝阳县 149 个。样品采集后,在室内风干、过筛,最后留 0.5~1 kg 作为分析样。

1.2 测定项目和方法

土壤样品测定指标共 10 项,即有机质、速效氮、速效磷、速效钾、有效铁、有效锰、有效铜、有效锌、有效硼和水溶性氯离子。具体测定方法按文献^[4]进行。

1.3 植烟土壤养分分级

综合分析洛阳烟区烟草生产实际和多年烟区烟草施肥试验结果,借鉴第 2 次全国土壤普查制定的养分分级标准和省内外植烟土壤养分丰缺指标体系^[5],全面权衡烟叶产质量与土壤养分状况,以烟叶优质适产为目标,确定与烟叶产质量有密切关系的 10 项土壤养分作为评价土壤养分状况的指标,并确立洛阳烟区土壤养分丰缺指标体系(表 1)。

表 1 洛阳烟区植烟土壤主要养分指标与丰缺分级

等级	有机质/ (g/kg)	速效氮/ (mg/kg)	速效磷/ (mg/kg)	速效钾/ (mg/kg)	有效铜/ (mg/kg)
偏低	<10	<40	<10	<100	<0.5
适宜	10~20	40~65	10~20	100~200	0.5~1.0
偏高	20~35	65~80	20~30	200~350	1.0~3.0
很高	≥35	≥80	≥30	≥350	≥3.0
等级	有效铁/ (mg/kg)	有效锰/ (mg/kg)	有效锌/ (mg/kg)	有效硼/ (mg/kg)	水溶性氯离 子/(mg/kg)
偏低	<4.5	<10	<1.0	<0.5	
适宜	4.5~10	10~20	1.0~2.0	0.5~1.0	<30
偏高	10~60	20~40	2.0~4.0	1.0~1.5	30~45
很高	≥60	≥40	≥4.0	≥1.5	≥45

2 结果与分析

2.1 洛阳烟区土壤养分现状及演变分析

2.1.1 土壤有机质 2011 年洛阳烟区土壤有机质平均含量为 13.2 g/kg,变幅在 4.1~40.3 g/kg,变异系数为 29.8%(表 2)。全市有 78.1% 的土壤有机质在适宜范围,5.1% 的土壤有机质偏高或丰富,16.8% 的土壤有机质含量偏低,3 个重点植烟县之间相比,汝阳(14.2 g/kg) > 宜阳(13.5 g/kg) > 洛宁(12.2 g/kg),其中洛宁县有机质偏低的烟田占 19.2%,汝阳县有机质偏高的烟田占 9.4%。与 2002 年相比,洛阳烟区整体土壤有机质含量增加 1.3 g/kg,洛宁县和宜阳县烟田有机质含量均有一定程度提高;从丰缺比例情况看,洛

阳烟区有机质含量偏低的烟田面积有所减少,宜阳县有机质含量适宜的比例由 2002 年的 83.3% 下降到

2011 年的 78.9%,有机质偏高或很高的烟田比例上升,尤其是汝阳县,有机质含量偏高的烟田面积占到 9.4%。

表 2 洛阳烟区土壤有机质现状及演变

年份	地区	样品数量/ 个	平均值/ (g/kg)	变幅/ (g/kg)	变异系数/ %	丰缺比例/%			
						偏低	适宜	偏高	很高
2011	洛宁县	182	12.2	5.5~40.3	26.5	19.2	79.1	1.1	0.6
	宜阳县	194	13.5	5.5~24.5	27.6	16.0	78.9	5.2	0
	汝阳县	149	14.2	4.1~33.7	32.7	14.8	75.8	8.7	0.7
	合计	525	13.2	4.1~40.3	29.8	16.8	78.1	4.9	0.2
2002	洛宁县	120	11.6	7.2~17.9	19.6	24.2	75.8	0	0
	宜阳县	120	12.2	6.4~19.4	19.2	16.7	83.3	0	0
	合计	240	11.9	6.4~19.4	19.8	20.8	79.2	0	0

2.1.2 土壤速效氮 2011 年洛阳烟区土壤速效氮平均含量为 56.5 mg/kg,变幅为 32.1~111.8 mg/kg,变异系数为 19.6%(表 3)。全市有 81.1% 的土壤速效氮在适宜范围,速效氮含量偏高或丰富的占 16.6%。从 3 个主要植烟县速效氮平均含量来看,汝阳(65.1 mg/kg) > 宜阳(53.8 mg/kg) > 洛宁(52.4 mg/kg),特别是汝阳县,速效氮含量偏高或丰富的烟田占 45.6%,在烟田施肥中应注意控制氮肥用量。与 2002 年相比,烟田土

壤速效氮平均含量有较大幅度的提高,由 2002 年的 42.1 mg/kg 提高到 2011 年的 56.5 mg/kg;从丰缺比例情况看,全市土壤速效氮含量偏低的烟田比例有较大幅度下降,其中宜阳县 2002 年速效氮含量偏低烟田比例为 45.0%,演变至今,所有烟田土壤速效氮含量均在 40 mg/kg 以上,全市及重点植烟县(市)土壤速效氮含量在适宜范围的比例均有明显提高,需要注意的是,土壤速效氮含量偏高的烟田面积也有进一步增加的趋势。

表 3 洛阳烟区土壤速效氮现状及演变

年份	地区	样品数量/ 个	平均值/ (mg/kg)	变幅/ (mg/kg)	变异系数/ %	丰缺比例/%			
						偏低	适宜	偏高	很高
2011	洛宁县	182	52.4	34.9~71.3	13.9	5.0	91.2	3.9	0
	宜阳县	194	53.8	40.5~79.6	13.3	0	93.8	6.2	0
	汝阳县	149	65.1	32.1~111.8	21.6	2.0	52.4	31.5	14.1
	合计	525	56.5	32.1~111.8	19.6	2.3	81.1	12.6	4.0
2002	洛宁县	120	42.2	25.1~88.5	28.1	52.5	43.3	1.7	2.5
	宜阳县	120	42.0	18.4~165.9	39.5	45.0	51.7	1.7	1.7
	合计	245	42.1	18.4~165.9	34.1	49.0	47.4	1.6	2.0

2.1.3 土壤速效磷 2011 年全市土壤速效磷平均含量为 9.52 mg/kg,变幅在 2.3~88.6 mg/kg,变异系数较大,达 84.6%(表 4),说明磷的分布不均,不同县和地块之间差异较大。土壤速效磷在适宜范围的占 26.5%,有 68.8% 的土壤速效磷处于缺乏或极缺的状态,洛宁县、宜阳县和汝阳县土壤速效磷含量偏低的土壤分别占 74.2%、75.3% 和 53.7%。与 2002 年相比,

土壤速效磷平均含量由 2002 年 12.4 mg/kg 下降到 2011 年的 9.52 mg/kg;从丰缺比例情况分析,全市及各县(市)土壤速效磷含量偏低的烟田比例均有较大幅度的增加,其中宜阳县由 30.0% 增加到 2011 年的 75.3%,土壤速效磷含量在适宜范围的烟田比例有较大幅度下降,全市平均下降 20.0 个百分点,速效磷丰富的烟田比例也有明显降低的趋势。

表 4 洛阳烟区土壤速效磷现状及演变

年份	地区	样品数量/ 个	平均值/ (mg/kg)	变幅/ (mg/kg)	变异系数/ %	丰缺比例/%			
						偏低	适宜	偏高	很高
2011	洛宁县	182	8.96	2.3~58.1	60.6	74.2	23.6	1.7	0.6
	宜阳县	194	8.84	2.3~86.7	103.0	75.3	18.0	5.2	1.6
	汝阳县	149	11.07	2.3~88.6	81.7	53.7	41.0	3.4	2.0
	合计	525	9.52	2.3~88.6	84.6	68.8	26.5	3.4	1.3
2002	洛宁县	120	11.5	3.4~34.1	50.2	49.2	41.7	9.17	0
	宜阳县	120	13.6	2.1~36.9	45.5	30.0	52.5	17.5	0
	合计	245	12.4	2.1~36.9	49.1	40.4	46.5	13.1	0

2.1.4 土壤速效钾 2011 年全市土壤速效钾平均含量为 183.1 mg/kg, 变幅为 81.3~326.1 mg/kg, 变异系数为 23.2%(表 5)。洛宁、宜阳和汝阳 3 县土壤速效钾含量偏高或丰富的烟田分别占 17.0%、45.4% 和 37.6%。同 2002 年相比, 全市土壤速效钾平均含量

略有下降, 洛宁县由 188.6 mg/kg 下降到 2011 年的 173.3 mg/kg; 从丰缺比例情况看, 土壤速效钾含量偏低的烟田依然存在, 含量适宜的烟田比例有所下降, 宜阳县由 66.7% 下降到 2011 年的 51.6%, 全市土壤速效钾偏高的烟田比例则有增加的趋势。

表 5 洛阳烟区土壤速效钾现状及演变

年份	地区	样品数量/ 个	平均值/ (mg/kg)	变幅/ (mg/kg)	变异系数/ %	丰缺比例/%			
						偏低	适宜	偏高	很高
2011	洛宁县	182	173.3	120~295.3	19.0	0	83.1	17.0	0
	宜阳县	194	188.8	81.3~293.1	22.3	3.1	51.6	45.4	0
	汝阳县	149	187.5	88.6~326.1	27.0	4.7	57.7	37.6	0
	合计	525	183.1	81.3~326.1	23.2	2.5	64.2	33.3	0
2002	洛宁县	120	188.6	116.3~409.3	24.0	0	70.8	27.5	1.7
	宜阳县	120	185.8	47.0~378.8	26.8	4.2	66.7	28.3	0.8
	合计	245	187.5	47.0~409.3	25.4	2.0	68.2	28.6	1.2

2.1.5 土壤微量元素 由表 6 可以看出, 2011 年洛阳烟区土壤有效铜平均含量为 1.01 mg/kg, 有效铜的临界值为 0.2 mg/kg, 因此, 烟田土壤有效铜含量较丰富, 与 2002 年相比, 土壤有效铜略有上升。2011 年全市植烟土壤有效铁平均含量为 15.90 mg/kg, 全市烟田土壤不存在缺铁问题。

2011 年植烟土壤有效锰含量平均为 12.50 mg/kg, 变幅在 0.03~97.18 mg/kg, 变异系数为 91.9%。一般来说, 当土壤中有效锰含量在 5 mg/kg 以下时, 施用锰肥就会有效。全市有 15.1% 的土壤有效锰缺乏, 主要集中在洛宁县, 其有效锰缺乏土壤占 41.2%。与 2002 年相比, 洛阳烟区土壤有效锰由 4.00 mg/kg 上升到 2011 年的 12.50 mg/kg。

2011 年洛阳烟区土壤有效锌平均含量为 0.91 mg/kg, 变幅为 0.02~3.65 mg/kg, 变异系数为 48.8%。全市有 12.8% 的植烟土壤极缺锌, 55.2% 的土壤(有效锌含量 0.5~1.0 mg/kg) 施锌有效。洛宁、宜阳和汝阳 3 个县土壤有效锌含量分别平均为 0.90、0.91、0.91 mg/kg, 缺锌(小于 1.0 mg/kg) 的土壤分别占 68.1%、67.6% 和 68.5%。2011 年全市土壤有效硼平均含量为 0.21 mg/kg, 有 98.5% 的土壤有效硼含量在 0.5 mg/kg 以下, 全市土壤普遍缺硼。与 2002 年相比, 土壤有效硼和有效锌均有一定程度下降。

适量的氯有利于烟草的生长, 烟叶含氯量过高会严重影响烟叶品质。对于洛阳烟区来讲, 烟田氯离子主要是控的问题。2011 年全市烟田水溶性氯离子含量平均为 12.90 mg/kg, 变幅为 1.40~80.10 mg/kg, 变异系数为 48.3%。与 2002 年相

比, 土壤中水溶性氯离子由 24.00 mg/kg 下降到 2011 年的 12.90 mg/kg。

表 6 洛阳烟区土壤微量元素含量

年份	指标	平均值/ (mg/kg)	最小值/ (mg/kg)	最大值/ (mg/kg)	标准 差	变异 系数/%
2011	有效铜	1.01	0.03	4.64	0.39	38.5
	有效铁	15.90	0.30	87.40	12.96	81.5
	有效锰	12.50	0.03	97.18	11.49	91.9
	有效锌	0.91	0.02	3.65	0.44	48.8
	有效硼	0.21	0.03	0.63	0.11	54.5
2002	水溶性氯离子	12.90	1.40	80.10	6.24	48.3
	有效铜	0.77	0.29	1.68	0.26	34.4
	有效铁	3.01	0.47	37.20	5.60	186.0
	有效锰	4.00	1.85	43.80	4.56	114.1
	有效锌	0.94	0.34	5.74	0.67	70.8
	有效硼	0.36	0.15	0.64	0.09	25.2
	水溶性氯离子	24.00	8.48	91.80	13.39	55.8

2.2 洛阳烟区不同茬口土壤养分特征分析

不同茬口的烟田肥力特性对烤烟生长发育、成熟落黄和烘烤特性影响很大^[6]。对全市 525 个土样统计分析表明, 烟田前茬作物主要有烟叶、大豆、红薯、玉米、花生、辣椒、谷子及其他作物, 其所占比例分别为: 59.8%、4.2%、7.2%、7.6%、5.1%、4.6%、8.0% 和 3.4%。对主要前茬作物烟田养分统计见表 7。由表 7 可以看出, 土壤有机质平均含量以玉米茬(14.7 g/kg) 最高, 其次是谷子茬(14.0 g/kg), 大豆、花生和辣椒茬烟田有机质含量差异不大, 烟草茬(12.9 g/kg) 和红薯茬(12.7 g/kg) 烟田有机质含量较低。土壤速效氮含量大小顺序为: 花生 >

玉米>大豆>烟叶>谷子>红薯>辣椒。不同前茬作物对土壤速效磷的影响较明显,以玉米茬(11.6 g/kg)土壤速效磷最高,红薯和大豆茬土壤速效磷较低。不同前茬土壤速效钾含量除花生外,其他作物前茬土壤速效钾含量均在 180 mg/kg 以上。对几种微量元素含量对比分析可以看出,土壤有效锰除大豆茬(9.2 mg/kg)较低外,其他均

在适宜范围内。土壤有效铁和有效铜含量虽有差异,但整体来说都不缺乏。土壤有效锌高低顺序为:玉米>辣椒>花生>烟叶>谷子>红薯>大豆。土壤有效硼差异较大,但均小于临界值 0.5 mg/kg,土壤普遍缺硼。土壤氯离子含量以玉米茬(15.4 mg/kg)最高,应注意控氯,在玉米季要严禁施用含氯肥料。

表 7 洛阳烟区不同茬口烟田养分差异比较

前茬作物	有机质/ (g/kg)	速效氮/ (mg/kg)	速效磷/ (mg/kg)	速效钾/ (mg/kg)	有效锰/ (mg/kg)	有效铁/ (mg/kg)	有效铜/ (mg/kg)	有效锌/ (mg/kg)	有效硼/ (mg/kg)	氯离子/ (mg/kg)
烟叶	12.9	55.9	9.9	184.2	10.6	15.0	1.00	0.90	0.19	12.6
玉米	14.7	62.1	11.6	190.1	19.8	19.6	1.31	1.06	0.25	15.4
红薯	12.7	54.8	7.2	185.3	11.7	12.3	0.88	0.87	0.20	13.6
大豆	13.6	56.2	7.0	182.7	9.2	13.1	1.10	0.82	0.18	10.6
谷子	14.0	55.7	9.3	188.3	10.2	11.1	0.94	0.89	0.32	12.9
辣椒	13.4	52.1	10.2	198.2	10.5	11.4	0.94	0.99	0.33	14.3
花生	13.5	65.3	8.9	139.6	29.8	37.7	1.02	0.93	0.14	14.2

3 结论与讨论

1) 洛阳烟区土壤有机质含量平均为 13.2 g/kg,有 78.1%的土壤有机质在适宜范围,16.8%的土壤有机质含量偏低;全市烟田速效氮含量平均为 56.5 mg/kg,速效氮含量偏高或丰富的占 16.6%,从 3 个主要植烟县来看,汝阳县土壤速效氮含量明显较高;土壤速效磷平均含量为 9.52 mg/kg,不同县和地块之间差异较大,有 68.8%的土壤速效磷处于缺乏或极缺的状态;土壤速效钾平均含量为 183.1 mg/kg,有 77.1%的土壤速效钾含量在 150 mg/kg 以上;全市土壤有效铜、有效铁基本不缺乏,缺锰烟田主要集中在洛宁县烟区,全市有 68%的烟田(小于 1.0 mg/kg)施锌有效,有效硼普遍缺乏,水溶性氯离子含量整体适宜。从洛阳植烟土壤养分演变来看,土壤有机质和速效氮含量有增加的趋势,土壤速效磷有较大幅度下降,土壤速效钾含量则略有下降,微量元素中有效锌略有降低,有效硼下降幅度较大,土壤氯离子含量由于近几年控制措施得当,有较明显的下降。

2) 对洛阳烟区不同茬口土壤养分特征分析表明,不同茬口烟田养分存在明显差异,土壤速效氮含量以玉米和花生茬烟田较高,红薯和大豆茬烟田土壤速效磷明显低于其他茬口作物,土壤速效钾以花生茬最低,不同茬口烟田微量元素含量也存在一定差异。

3) 针对洛阳烟区烟田土壤养分现状及不同前

茬养分特征,在烟叶生产施肥过程中应重视有机肥的施用,施用时应根据土壤肥力分类进行。对土壤速效氮含量偏高(大于 65 mg/kg)的烟田在施肥中应注意控制氮肥用量。全市有 68.8%的土壤速效磷处于缺乏或极缺的状态,在今后的烟田施肥中应注意磷素的补充。考虑到烟草吸钾量较大,且钾素在土壤中易被固定,所以在钾肥施用上应适当增加施用量。对于烟田微量元素的补充,建议通过根外施肥或添加到烟草专用肥中施入。对于连作烟田特别是连作时间较长的烟田,建议进行合理轮作,在轮作较困难的情况下,可采用一些符合生产实际的土壤改良措施如增施有机肥、秸秆还田、绿肥掩青等。对玉米、谷子茬烟田,要注意提高磷、钾施用量。

参考文献:

[1] 毕庆文,王海明,陈国华,等. 鄂西南植烟土壤养分状况分析[J]. 中国烟草科技,2007,28(6):22-26.
[2] 罗建新,石丽红,龙世平. 湖南主产烟区土壤养分状况与评价[J]. 湖南农业大学学报:自然科学版,2005,31(4):376-380.
[3] 魏克循. 河南土壤地理[M]. 郑州:河南科学技术出版社,1995.
[4] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法[M]. 北京:中国农业科技出版社,1998.
[5] 罗建新,石丽红,龙世平. 湖南主产烟区土壤养分状况与评价[J]. 湖南农业大学学报,2005,31(4):376-380.
[6] 张翔,范艺宽,黄元炯,等. 河南省不同茬口烟田土壤养分状况评价[J]. 中国烟草学报,2009,15(6):31-35.