

# 湖南典型烟区土壤有机质与活性组分的分布特征及相关性

刘琼峰<sup>1</sup>, 彭曙光<sup>2</sup>, 刘勇军<sup>2</sup>, 李明德<sup>1\*</sup>, 吴海勇<sup>1</sup>, 谷雨<sup>1</sup>,  
段淑辉<sup>2</sup>, 肖汉乾<sup>2</sup>, 李伟<sup>2</sup>, 蒋尊龙<sup>3</sup>, 贾少成<sup>3</sup>, 张明发<sup>4</sup>

(1.湖南省土壤肥料研究所, 长沙 410125; 2.湖南省烟草公司, 长沙 410004; 3.湖南省烟草公司永州市公司, 湖南 永州 425000; 4.湖南省烟草公司湘西自治州公司, 湖南 吉首 416000)

**摘要:** 为探明湖南省湘西自治州烟区与湘南永州烟区土壤有机质的数量和质量状况, 运用野外调查与室内分析相结合、ArcGIS 空间插值与统计分析相结合的方法, 研究了典型烟区植烟土壤有机质与活性组分的分布特征及相关性。结果表明, 湘西自治州烟区与湘南永州烟区植烟土壤有机质含量总体偏高, 空间变异较大。湘西自治州烟区土壤有机质平均含量为 28.55 g/kg, 土壤活性有机质平均含量为 6.25 g/kg, 植烟县土壤有机质含量主要处于适宜、高范围 (占 66.18%) ; 湘南永州烟区土壤有机质平均含量为 42.3 g/kg, 土壤活性有机质平均含量为 7.80 g/kg, 植烟县土壤有机质主要处于高、极高范围 (占 70.1%)。两大典型生态烟区土壤有机质与活性有机质含量均呈线性正相关关系, 土壤有机质与土壤全氮、碱解氮的相关性最大, 表明土壤氮素与土壤有机质的关系最为密切。研究区应根据土壤有机质的分布特征合理调控有机肥和氮肥的施用。

**关键词:** 土壤有机质; 土壤活性有机质; 分布特征; 相关性; 典型烟区

中图分类号: S572.01

文章编号: 1007-5119(2017)06-0067-07

DOI: 10.13496/j.issn.1007-5119.2017.06.010

## Distribution Characteristics and Correlation of Soil Organic Matter and its Active Ingredients in the Typical Tobacco-growing Regions in Hunan

LIU Qiongfeng<sup>1</sup>, PENG Shuguang<sup>2</sup>, LIU Yongjun<sup>2</sup>, LI Mingde<sup>1\*</sup>, WU Haiyong<sup>1</sup>, GU Yu<sup>1</sup>, DUAN Shuhui<sup>2</sup>,  
XIAO Hanqian<sup>2</sup>, LI Wei<sup>2</sup>, JIANG Zunlong<sup>3</sup>, JIA Shaocheng<sup>3</sup>, ZHANG Mingfa<sup>4</sup>

(1. Hunan Soil and Fertilizer Institute, Changsha 410125, China; 2. Hunan Provincial Tobacco Company, Changsha 410004, China; 3. Yongzhou Branch of Hunan Provincial Tobacco Company, Yongzhou, Hunan 425000, China; 4. Xiangxi Branch of Hunan Provincial Tobacco Company, Jishou, Hunan 416000, China)

**Abstract:** In order to investigate the quantity and quality status of soil organic matter in tobacco-growing areas of Xiangxi autonomous region and Yongzhou region of Hunan Province, the distribution characteristics of soil organic matter and its active ingredients in two typical tobacco-growing regions have been studied by using the field investigation and statistic analysis methods. The results showed that the content of soil organic matter in the tobacco-growing soil of Xiangxi autonomous region and Yongzhou region is relatively high and with a relatively large spatial variability. The average content of soil organic matter and soil active organic matter reached 28.55 and 6.25 g/kg respectively in Xiangxi tobacco-growing areas, with 66.18% of the soils having soil organic matter contents at appropriate and high levels. The average content of soil organic matter and soil active organic matter reached 42.3 and 7.80 g/kg respectively in Yongzhou tobacco-growing areas, with and 70.1% of the soils having soil organic matter contents at high and very high levels. Soil organic matter was positively linearly related to the content of active organic matter, and showed the greatest correlation with soil total nitrogen and alkaline hydrolysis nitrogen. According to the characteristics of soil organic matter distribution, organic fertilizers and nitrogen fertilizer should be rationally regulated in these tobacco growing areas.

**Keywords:** soil organic matter; soil active organic matter; distribution characteristics; correlation; typical tobacco-growing area

土壤有机质是衡量土壤肥力状况的重要指标, 长发育以及产量和品质<sup>[1]</sup>, 在烟株养分的供应、植烟土壤有机质含量的高低直接影响着烟草的土壤理化特性的改良、耕层微生物能源供应等方面起

基金项目: 中国烟草总公司湖南省公司科技创新项目“湖南烟区植烟土壤有机质分布特征及有机肥影响烤烟品质的机理研究与应用”(15-18Aa01)

作者简介: 刘琼峰(1979-), 女, 副研究员, 博士, 主要从事土壤资源利用研究。E-mail: lqf925@163.com。\*通信作者, E-mail: limingde460@sohu.com

收稿日期: 2017-06-30

修回日期: 2017-09-21

着重要作用<sup>[2]</sup>。土壤活性有机质即土壤有机质的活性部分,是指土壤中有效性较高、易被土壤微生物分解矿化、对植物养分供应有直接作用的那部分有机质<sup>[3]</sup>。国内外学者针对植烟土壤有机质的分布特征、丰缺状况、土壤有机质与活性有机质及养分的定量关系等已开展了一些研究<sup>[4-9]</sup>,表明土壤有机质含量受土壤母质、土地利用类型、地形地貌、气候、耕作方式等多方面因素影响<sup>[5,10]</sup>,区域土壤有机质及活性组分的含量有较大的空间变化,不同地区之间甚至同一地区不同植烟地块之间有机质含量都各不相同,不同烟区土壤有机质空间异质性的影响因素也存在差异。土壤活性有机质与总有机质关系密切<sup>[11]</sup>,而不同烟区土壤活性有机质与有机质的相关性也不确定。因此探明典型生态烟区土壤有机质与活性有机质的分布特征及相关性,对于探明烟区土壤肥力状况与指导烟田精准施肥具有重要意义。

湘西自治州烟区位于湖南省西部,植烟县有龙山、永顺、凤凰、花垣、保靖、古丈、泸溪7县,土地利用类型主要为旱地,以种植一季烟草为主;湘南永州烟区位于湖南南部,植烟县有宁远、江华、江永、蓝山、新田、道县、东安7县,土地利用类型主要为水田,以“烟-稻”种植方式为主,两大典型生态烟区是湖南省重要的优质烟区。本研究通过对比分析湖南省湘西自治州烟区和湘南永州烟区两大典型生态烟区土壤有机质与活性有机质的分布特征,研究典型烟区植烟土壤有机质与活性有机质的相关性,旨在探明两大典型生态烟区土壤有机质的数量和质量状况,为烟区土壤保育与优质烟叶生产提供参考依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 土壤样品采集与指标测定

根据土壤类型状况、土体构型状况及地形状况,2014年12月在湘西自治州烟区共采集土壤样品1242个,在湘南永州烟区共采集土壤样品689个。样品采集时采用均匀网格法布置样点,采样点的定位使用差分式GPS,以基地单元为基本操作单元,13.33~26.67 hm<sup>2</sup>连片基本烟田为最小采样区(湘西

自治州烟区为13.33 hm<sup>2</sup>、湘南永州烟区为26.67 hm<sup>2</sup>),每个基地单元采集60~100个0~20 cm耕层土壤样品,在每个样点周围约0.2 hm<sup>2</sup>的范围内的地块上,用土钻采集25个表层土样,合并为一个混合样本,然后风干研磨,过0.25 mm筛用于样品的测定。样品经过风干、研磨和过筛处理,采用重铬酸钾容量法(外加热法)测定土壤有机质含量,采用高锰酸钾氧化法测定土壤活性有机质<sup>[12]</sup>含量,采用常规方法<sup>[13]</sup>测定土壤pH值和养分指标。

### 1.2 数据分析

数据统计分析、数据正态分布性检验和柯尔莫哥洛夫-斯密诺夫检验(*K-S*检验)通过SPSS12.0完成。土壤有机质的空间插值和图形绘制采用ArcGIS 9.3软件的地统计学模块(geostatistical analyst),采用DPS V3.01统计软件分析土壤有机质与土壤养分的相关性、关联度及其对土壤养分含量的影响。根据已有研究<sup>[14]</sup>并结合湖南省湘西自治州烟区、湘南永州烟区烤烟生产实际,将水田的植烟土壤有机质分为极低(<15 g/kg)、低(15.00~25.00 g/kg)、适宜(25.00~35.00 g/kg)、高(35.00~45.00 g/kg)、很高(>45 g/kg);旱地的植烟土壤有机质分为极低(<10 g/kg)、低(10.00~15.00 g/kg)、适宜(15.00~25.00 g/kg)、高(25.00~35.00 g/kg)、很高(>35 g/kg)。

## 2 结果

### 2.1 湖南典型生态烟区土壤有机质与活性有机质的分布特征

2.1.1 湘西自治州烟区与湘南永州烟区土壤有机质分布特征 对湖南省湘西自治州和湘南永州烟区植烟土壤有机质含量进行统计(表1),湘西自治州烟区以旱地烟为主,土壤有机质平均值为28.55 g/kg,按照旱地标准,该值处于适宜范围,其中古丈县、泸溪县、保靖县的植烟土壤有机质平均含量处于适宜水平,龙山县、永顺县、凤凰县、花垣县的土壤有机质含量偏高。根据变异系数(*CV*)大小,湘西自治州烟区凤凰县和龙山县的土壤有机质含量为中等变异(10% *CV* 30%),古丈县、泸溪

县、保靖县、花垣县、永顺县的土壤有机质含量为强变异 ( $CV > 30\%$ )

湘南永州烟区烟田以水田为主，土壤有机质平均值为  $42.3 \text{ g/kg}$ ，该值处于高范围，接近极高阈值。其中江永县土壤有机质平均含量处于适宜水平，道县、新田县、宁远县、江华县处于高的范围，东安县和蓝山县处于极高的范围。根据变异系数 ( $CV$ )

大小，湘南永州烟区的宁远县、江华县、新田县、蓝山县的土壤有机质含量为中等变异，道县、东安县、江永县为强变异。

湘南永州烟区各植烟县土壤有机质平均含量均高于湘西自治州烟区，这可能是由于湘南永州烟区水田“烟-稻”轮作方式水稻的根残留物较多，导致土壤有机质的积累。

运用 ArcGIS 地统计学方法对采样点的土壤有机质含量进行空间插值与丰缺评价，湘西自治州烟区丰缺评价结果表明(图 1)，1242 个土壤样品中，处于极低至低范围的数目约占 14.41%，主要分布在古丈县、泸溪县、永顺县、龙山县的水田；处于适宜范围的占 33.49%，主要分布在古丈县、保靖县、龙山县的旱地和泸溪县、凤凰县的水田；高范围的占 32.69%，极高范围的占 19.40%，主要分布在龙山县、永顺县、花垣县、凤凰县的旱地和花垣县、永顺县的水田。湘南永州烟区丰缺评价结果表明(图 2)，689 个土壤样品中，处于极低-低范围的数目占 6.1%，主要分布在道县的部分地区；处于适宜范围占 23.8%，主要分布在道县、宁远县、江华县、新田县、江永县的烟田；高范围的占 31.93%，主要分布在宁远县、江华县、道县、江永县、新田县；极高范围的占 38.17%，主要分布在东安县、宁远县、蓝山县、江华县、新田县。

表 1 湖南湘西自治州烟区与湘南永州烟区土壤有机质含量特征

Table 1 The characteristics of soil organic matter content in tobacco growing areas of Xiangxi autonomous region and Yongzhou region of Hunan Province  $\text{g/kg}$

采样地区	平均值	标准差	$CV/\%$
湘西自治州烟区	28.55	10.68	37.41
凤凰县	31.27	9.10	29.10
古丈县	23.13	10.29	44.47
泸溪县	23.78	7.75	32.61
保靖县	23.47	8.25	35.14
龙山县	27.15	8.10	29.82
花垣县	32.58	11.44	35.10
永顺县	30.56	12.35	40.40
永州烟区	42.30	13.24	31.30
道县	37.67	14.47	38.42
宁远县	42.88	11.97	27.91
东安县	50.82	15.64	30.77
江华县	41.59	11.31	27.19
新田县	40.70	9.97	24.50
蓝山县	51.13	15.21	29.75
江永县	34.00	12.48	36.69

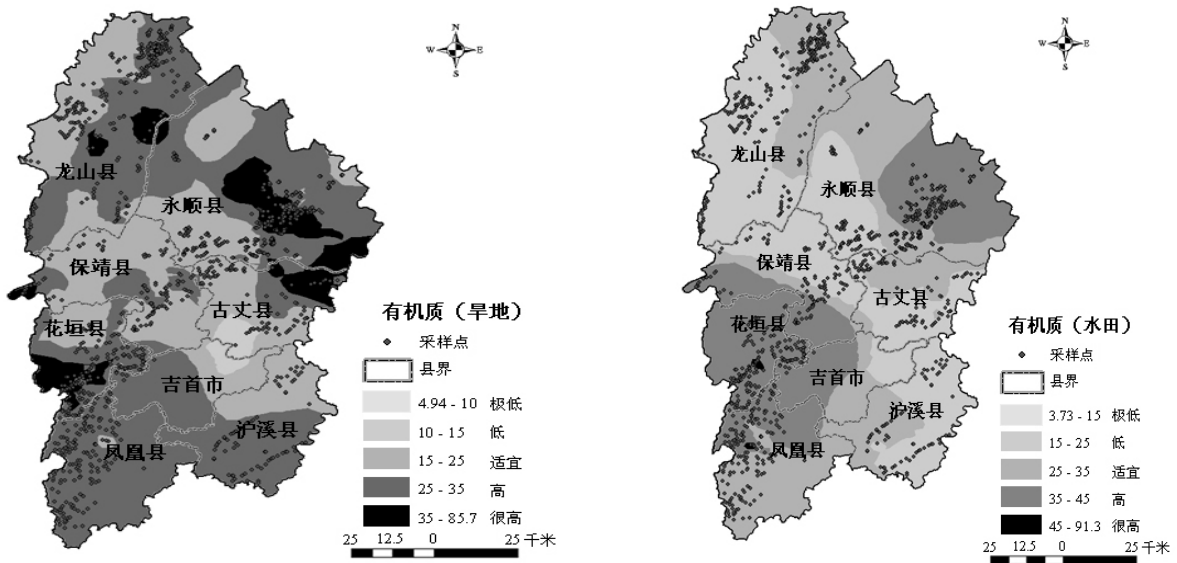


图 1 湘西自治州烟区土壤有机质丰缺评价图

Fig. 1 Soil organic matter assessment of Xiangxi autonomous tobacco-growing region

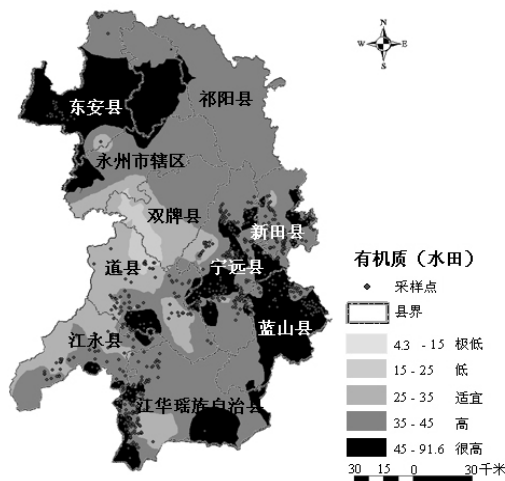


图2 湘南永州烟区土壤有机质丰缺评价图

Fig. 2 Soil organic matter assessment of Yongzhou tobacco-growing region

2.1.2 湘西自治州烟区与湘南永州烟区土壤活性有机质分布特征 土壤活性有机质是有机质中具有较高活性的那部分有机质，其含量和动态变化可以反映土壤有效养分库的大小及其在土壤中的转化<sup>[15]</sup>，与土壤生产力密切相关。选择湘西自治州烟区的凤凰、花垣、保靖3个代表县，湘南永州烟区的道县、蓝山、江华3个代表县，根据有机质含量高、中、低不同等级分析植烟土壤活性有机质的含量(333 mmol/L KMnO<sub>4</sub>)，结果表明(表2)，湘西自治州烟区典型植烟县土壤活性有机质平均含量为6.25 g/kg，植烟县土壤活性有机质平均含量表现为凤凰县>花垣县>保靖县；湘南永州烟区典型植烟县的土壤活性有机质平均含量为7.80 g/kg，土壤有机质与活性有机质平均含量均表现为蓝山县>

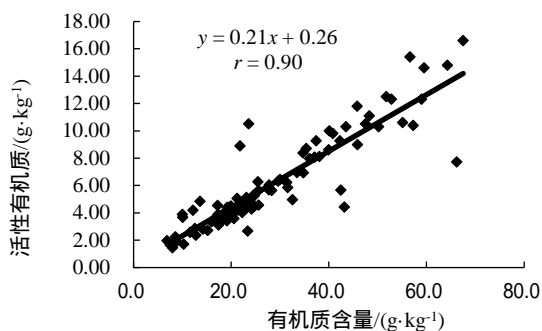


图3 湘西自治州土壤有机质与活性有机质的相关性分析

Fig. 3 The correlation analysis of soil organic matter and active organic matter of Xiangxi autonomous tobacco-growing region

江华县>道县。两大典型烟区各典型植烟县土壤活性有机质含量均为强变异。

表2 湖南湘西自治州烟区与永州烟区土壤活性有机质含量特征

Table 2 The characteristics of soil active organic matter content in tobacco growing areas of Xiangxi autonomous region and Yongzhou region of Hunan Province g/kg

采样地区	平均值	标准差	CV/%
湘西自治州烟区	6.25	3.41	54.55
凤凰	7.32	3.50	47.86
保靖	4.64	2.46	52.93
花垣	6.80	3.64	53.48
永州烟区	7.80	3.09	39.63
道县	7.07	3.31	46.76
江华	7.84	2.61	33.33
蓝山	8.51	3.25	38.17

## 2.2 湖南典型生态烟区土壤有机质与活性有机质的相关性分析

湘西自治州烟区与湘南永州烟区土壤有机质与活性有机质的相关性分析结果表明(图3、图4)，湘西自治州烟区和永州烟区土壤有机质与活性有机质含量均呈线性正相关关系，其中湘西烟区的相关系数为0.90，永州烟区的相关系数为0.87，说明土壤活性有机质含量随着土壤有机质含量成比例增加。

两大典型烟区不同含量等级的土壤有机质与活性有机质含量相关性分析结果表明(表3)，旱地土壤有机质在低、适宜、高3个等级范围时，土壤有机质与活性有机质均呈显著正相关( $p < 0.01$ )，水田土壤有机质在适宜和高等级范围时，土壤有机质

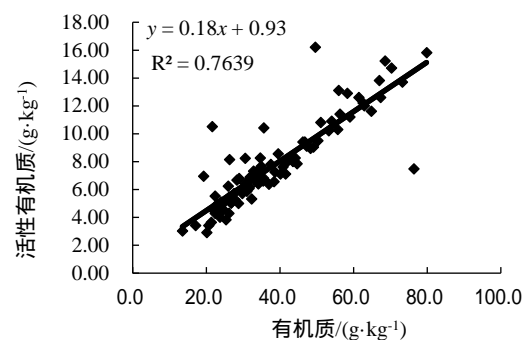


图4 永州烟区土壤有机质与活性有机质的相关性分析

Fig. 4 The correlation analysis of soil organic matter and active organic matter of Yongzhou tobacco-growing region

与活性有机质也呈显著正相关 ( $p < 0.01$ )。

### 2.3 湖南典型生态烟区土壤有机质与土壤养分的相关性分析

湘西自治州烟区与湘南永州烟区土壤有机质与养分的相关性及关联度分析表明(表 4), 土壤有机质与土壤 pH、碱解氮、有效磷、速效钾、全氮、

全磷、有效铜、有效锌、有效硼、交换性钙呈极显著正相关。土壤有机质与土壤养分指标关系密切程度为：全氮>碱解氮>全磷>pH >有效硼>有效铜>阳离子交换量>有效磷>交换性钙>速效钾>有效锌>全钾>有效硫>交换性镁>有效铁>有效锰>有效铝>氯离子，土壤有机质与土壤全氮、碱解氮的相关性最

表 3 不同含量等级植烟土壤有机质与活性有机质的相关性  
Table 3 The correlation analysis of different level soil organic matter and active organic matter

土地利用类型	级别	有机质平均值	活性有机质平均值	相关系数	直线回归方程
水田	低(<25)	21.00	4.70	0.264	—
	适宜(25~35)	30.40	6.20	0.528**	$y = 0.18x + 0.84$
	高(>35)	51.10	10.30	0.750**	$y = 0.17x + 1.62$
旱地	低(<15)	10.81	2.73	0.597**	$y = 0.27x - 0.15$
	适宜(15~25)	20.68	4.42	0.442*	$y = 0.24x - 0.63$
	高(>25)	41.68	8.75	0.793**	$y = 0.20x + 0.22$

注：\*\*表示在 0.01 水平显著相关，下同。

表 4 土壤有机质与土壤养分的相关性及关联度

Table 4 The correlation and grey correlation coefficient of tobacco-growing soil organic matter with other soil nutrients

指标	相关系数	灰色关联系数	指标	相关系数	灰色关联系数
pH	0.363**	0.861	有效铜	0.507**	0.847
碱解氮	0.879**	0.924	有效锌	0.291**	0.802
有效磷	0.312**	0.821	有效硼	0.401**	0.851
速效钾	0.312**	0.817	有效铝	-0.103	0.692
全氮	0.900**	0.935	有效硫	0.095	0.765
全磷	0.432**	0.866	交换性钙	0.622**	0.820
全钾	-0.182*	0.802	交换性镁	-0.013	0.760
有效铁	0.136	0.756	水溶性氯	0.172*	0.666
有效锰	-0.177*	0.737	阳离子交换量	0.183*	0.824

大，表明土壤氮素与土壤有机质的关系最为密切。

## 3 讨论

植烟土壤有机质是反映土壤理化性质和肥力水平的重要指标，其含量的高低对烟草的生长发育以及产量和品质有直接的影响<sup>[16-17]</sup>，湖南两大典型生态烟区土壤有机质含量总体偏高，这与湖南省主产烟区土壤有机质含量总体上较丰富有关<sup>[18]</sup>，2002 年湖南省第一次植烟土壤普查湘南烟区土壤有机质的平均含量为 41.9 g/kg，本研究中平均含量为 42.3 g/kg，表明湘南烟区土壤有机质的平均含量虽然总体上偏高，但增长不明显；湘西烟区 2002 年的土壤有机质平均含量只有 23.4 g/kg，本研究中平均含量为 28.55 g/kg，表明湘西烟区土壤有机质含

量虽然低于湘南烟区，但是土壤有机质平均含量的增长幅度大于湘南烟区，影响典型烟区土壤有机质积累的因素主要有土地利用方式、海拔高度、施肥方式、土壤质地和土壤类型等<sup>[5]</sup>，而影响典型烟区土壤有机质积累的关键因素尚待深入研究。

活性有机质控制了土壤的生物过程，决定了向作物提供养分的能力<sup>[19]</sup>，其与土壤有效养分、土壤物理性状、耕作措施等性质的关系比总有机质密切，在指示土壤质量和土壤肥力的变化时比总有机质也更灵敏<sup>[20-21]</sup>，成为土壤质量及土壤管理的评价指标之一<sup>[3]</sup>。已有研究表明，不同烟区土壤有机质与活性有机质的相关性存在差异，可能为正相关、负相关或不相关<sup>[4]</sup>，本研究表明两大典型生态烟区土

壤有机质与活性有机质含量均呈线性正相关关系,且旱地土壤有机质在低、适宜、高3个等级范围时,土壤有机质与活性有机质均呈显著正相关,水田土壤有机质在适宜和高等级范围时,土壤有机质与活性有机质也呈显著正相关,表明土壤活性组分可用作评价烟区植烟土壤肥力和土壤质量的指标之一,而不同土地利用方式、耕作制度、有机肥施用等因素对于两大典型烟区土壤活性有机质的影响值得进一步探讨。

土壤有机质与养分的相关性及关联度分析表明,土壤有机质与土壤 pH、碱解氮、有效磷、速效钾、全氮、全磷、有效铜、有效锌、有效硼、交换性钙呈极显著正相关,与土壤全氮、碱解氮的相关性最大,表明土壤氮素与土壤有机质的关系最为密切,这与国内已有研究结果基本一致<sup>[7]</sup>,而土壤有机质、活性有机质、土壤养分与烟叶产量与品质的相关性尚待进一步深入研究。

#### 4 结 论

湘西自治州烟区与湘南永州烟区植烟土壤有机质含量总体偏高,空间变异较大。湘西自治州烟区土壤有机质平均值为 28.55 g/kg,活性有机质平均含量为 6.25 g/kg,植烟县土壤有机质含量主要处于适宜、高范围;湘南永州烟区土壤有机质平均值为 42.3 g/kg,活性有机质平均含量为 7.80 g/kg,植烟县土壤有机质主要处于高、极高范围。湘南永州烟区烟田的土壤有机质与活性有机质平均含量明显高于湘西自治州烟区。两大典型生态烟区土壤有机质与活性有机质含量均呈线性正相关关系,土壤有机质含量与土壤全氮、碱解氮的相关性最大,表明土壤氮素与土壤有机质的关系最为密切。土壤有机质与活性组分是评价烟区植烟土壤肥力和土壤质量的重要指标,湖南省典型烟区应根据土壤有机质的空间变异规律、丰缺特征及与养分的相关性进行植烟土壤的分区管理与土壤改良,合理调控有机肥和氮肥的施用,对于烟区植烟土壤的保育具有重要意义。

#### 参考文献

- [1] 何牡丹,李志忠,刘永泉. 土壤有机质研究方法进展[J]. 新疆师范大学学报(自然科学版), 2007, 26(3): 249-251.
- [2] 邓小华,谢鹏飞,彭新辉,等. 土壤和气候及其互作对湖南烤烟部分中性挥发性香气物质含量的影响[J]. 应用生态学报, 2010, 21(8): 2063-2071.
- [3] 徐明岗,于荣,王伯仁. 土壤活性有机质的研究进展[J]. 土壤肥料, 2000(6): 3-7.
- [4] 李玲,赵秀兰,魏世强,等. 重庆典型烟区土壤有机质及其活性组分的分布特征[J]. 中国烟草科学, 2015, 36(3): 51-56.
- [5] 刘琼峰,李伟,谷雨,等. 湖南省植烟土壤有机质时空变异及其影响因素[C]//中国土壤学会第十三次全国会员代表大会暨第十一届海峡两岸土壤肥料学术交流活动论文集. 西安:西北农林科技大学出版社, 2016.
- [6] 肖怡,李珊,李启权,等. 泸州烟区土壤有机质和全氮空间变异特征及其影响因素[J]. 西南农业学报, 2016, 29(8): 1924-1931.
- [7] 王丰,邓小华,王少先,等. 黔西南州植烟土壤有机质含量及与其他土壤养分的关系[J]. 山地农业学报, 2014, 33(5): 63-67.
- [8] 孙书斌,江智敏,刘光辉,等. 隆回植烟土壤有机质含量及其影响因素空间变异性研究[J]. 中国农学通报, 2015, 31(8): 154-158.
- [9] 邓小华,邓井青,宾波,等. 邵阳植烟土壤有机质含量时空特征及与其他土壤养分的关系[J]. 烟草科技, 2014(6): 82-86.
- [10] 尚斌. 不同区域土壤有机质分布特征及其与烟叶致香物质关键指标的关系研究[D]. 北京:中国农业科学院研究生院, 2014.
- [11] 徐明岗,于荣,王伯仁. 长期不同施肥下红壤活性有机质与碳库管理指数变化[J]. 土壤学报, 2006, 43(5): 723-729.
- [12] 于荣. 长期施肥土壤活性有机碳的变化及其与土壤性质的关系[D]. 北京:中国农业科学院研究生院, 2001, 5-6, 12-14.
- [13] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京:中国农业出版社, 2000: 25-38.
- [14] 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.

- [15] HURISSO T T, NORTON J B, NORTON U. Labile soil organic carbon and nitrogen within a gradient of dryland agricultural land-use intensity in Wyoming, USA[J]. *Geoderma*, 2014, 226-227(1): 1-7.
- [16] 张新要, 李天福, 蒲文宣. 不同有机质含量土壤饼肥用量对烤烟产量及品质的影响[J]. *耕作与栽培*, 2015(5): 24-26.
- [17] 许自成, 王林, 王金平. 湖南烤烟化学成分与土壤有机质含量的关系[J]. *生态学杂志*, 2006, 25(10): 1186-1190.
- [18] 肖汉乾, 余崇祥, 李明德, 等. 湖南省烟区土壤养分含量与分布[J]. *农业现代化研究*, 2002, 23(2): 148-151.
- [19] 徐祥玉, 孟贵星, 袁家富, 等. 翻压绿肥对植烟土壤活性有机质和土壤酶的影响[J]. *中国烟草科学*, 2011, 32(增刊): 103-107.
- [20] 王永生, 杨世琦. 活性有机质有关指标及其与土壤养分关系研究进展[J]. *中国农学通报*, 2010, 26(14): 198-203.
- [21] PLANTE A F, FERNÁNDEZ J M, HADDIX M L, et al. Biological, chemical and thermal indices of soil organic matter stability in four grassland soils[J]. *Soil Biology & Biochemistry*, 2011, 43(5): 1051-1058.

## 《中国烟草学报》2017年第6期目次

- 1 1-L-色氨酸-1-脱氧-D-果糖的合成及其热裂解.....陈芝飞, 杨峰, 齐海英, 等
- 11 烟叶主脉不同位置烟梗挥发性香味物质的变化.....刘继辉, 汪显国, 刘静, 等
- 16 电子烟液中烟碱稳定性及其释放行为分析.....杨洋, 徐建, 刘金莉, 等
- 23 基于电子舌的电子烟甜度评价模型研究.....巩效伟, 朱东来, 洪鏊, 等
- 32 醇类溶剂对电子烟雾化气溶胶粒径分布的影响.....王诗太, 金勇, 李克, 等
- 37 烤烟品系 LY1306 在 PEG 干旱胁迫下的生理响应及转录组学分析.....周炎, 丁松爽, 赵莉, 等
- 46 烤烟不同基因型钾营养特性研究.....许杰, 马文广, 何冰, 等
- 54 MODIS 蒸散模型在攀西烟区的适用性验证.....徐同庆, 徐宜民, 王程栋, 等
- 62 施用生物炭对 Cd 污染土壤生物学特性及土壤呼吸速率的影响.....周涵君, 于晓娜, 秦焱鹤, 等
- 70 烟叶生物碱组成差异对白肋烟高温贮藏前后 TSNA<sub>s</sub> 形成的影响.....王俊, 史宏志, 靳彤, 等
- 78 三种类型烟叶五年贮藏过程中 TSNA<sub>s</sub> 及其前体物含量变化趋势分析.....张梦玥, 史宏志, 周骏, 等
- 90 一种蚜茧蜂基因组 DNA 提取方法.....孔博, 张宏瑞, 和淑琪, 等
- 96 新鉴定高抗 TMV 普通烟草枯斑资源的 N 导入片段长度多样性.....刘勇, 李梅云, 于海芹, 等
- 101 基于空间面板模型的卷烟销量影响因素分析.....石涛, 肖洪
- 109 基于灰色理论的烟草物流项目综合效益评价.....苏文彬, 潘嵘, 龚文超, 等
- 117 基于物流成本的烟草商业物流财务绩效评价.....冯建海
- 124 论改变经营性质类涉烟犯罪行为刑事违法性的认定.....魏彤, 吕祚成