

秦巴山烟区(十堰)植烟土壤养分状况分析

张晓亮¹, 刘丹², 杨继龙¹, 柴利广¹, 张凯¹, 王中云¹

(1. 湖北省烟草公司十堰市烟草公司竹溪县烟叶分公司, 湖北竹溪 442300; 2. 湖北省烟草公司十堰市烟草公司房县烟叶分公司, 湖北房县 442100)

摘要 [目的]查明秦巴山烟区(十堰)植烟土壤养分丰缺状况,并提出改良措施。[方法]选取十堰市4个产烟县1448份土壤检测数据进行分析。[结果]全县植烟土壤平均pH 6.50,有机质19.10 g/kg,碱解氮114.10 mg/kg,速效磷30.00 mg/kg,速效钾155.40 mg/kg,有效锌0.97 mg/kg,氯6.50 mg/kg,有效硼0.17 mg/kg,有效硫26.70 mg/kg,交换性钙2725.00 mg/kg,交换性镁212.70 mg/kg,有效铜1.18 mg/kg,有效锰28.38 mg/kg,有效铁30.18 mg/kg。[结论]全市植烟土壤pH、有机质、碱解氮、有效锌、有效硼、交换性镁均处于适宜范围内,速效磷、有效硫、交换性钙、有效铜、有效锰、有效铁较为丰富,速效钾偏低,不同植烟县土壤肥力特征有较大的差异。

关键词 植烟土壤;养分;土壤改良;十堰市

中图分类号 S151.9 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2017)27-0137-05

Analysis and Improvement of Tobacco Planting Soil in Qinba Mountain Area(Shiyan)ZHANG Xiao-liang¹, LIU Dan², YANG Ji-long¹ et al (1. Zhuxi Branch of Shiyan Tobacco Company, Hubei Tobacco Company, Zhuxi, Hubei, 442300; 2. Fangxian Branch of Shiyan Tobacco Company, Hubei Tobacco Company, Fangxian, Hubei 442100)

Abstract [Objective] In order to investigate nutrients in tobacco growing soils in Shiyan, and proposed relative improvement measures. [Method] 1448 soil samples were collected and analyzed from 4 tobacco growing county of Shiyan City. [Result] The average soil pH value was 6.50, the average contents of organic matter was 19.10 g/kg, available N was 114.10 mg/kg, available P was 30.00 mg/kg, available K was 155.40 mg/kg, available Zn was 0.97 mg/kg, available Cl was 6.50 mg/kg, available B was 0.17 mg/kg, available S was 26.70 mg/kg, available Ca was 2725.00 mg/kg, available Mg was 212.70 mg/kg, available Cu was 1.18 mg/kg, available Mn was 28.38 mg/kg, available Fe was 30.18 mg/kg. [Conclusion] The pH value, contents of organic, available N, available Zn, available B and available Mg content were appropriate in tobacco-growing soil of Shiyan. The content of available P, available S, available Ca, available Cu, available Mn and available Fe were higher. The supply of available K was obviously deficient in some tobacco-growing areas. The soil fertility characteristics had greater differences among different tobacco-growing county.

Key words Tobacco growing soils; Nutrient; Soil improvement; Shiyan

土壤养分含量是评价土壤肥力的重要标志,是烟草栽培与营养调控的依据,其丰缺状况和供应强度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^[1]。十堰市位于湖北省西北部,地处秦巴山区腹地,汉江中上游,由于其独特的小气候生态圈,光热资源丰富,空气质量和水质均达到国家二级标准,非常适合优质特色生态烤烟的生长,为秦巴山区最大的中间香型特色优质烟叶种植地。十堰烟叶种植历史悠久,年产量稳定在12500 t。

近年来,由于生态环境的恶化,烟田连作严重,倒茬休养困难,尤其是不合理的施肥,造成十堰市烟区土壤状况日益恶化,导致病虫害频发,严重影响了烟叶的可持续发展。为此,以十堰市烟区主要植烟土壤为研究对象,对十堰市土壤养分分布状况进行分析,查找导致土壤恶化的原因,并在此基础上提出合理的施肥和土壤改良建议,以期为十堰市烟叶可持续发展提供理论依据。

1 材料与方

1.1 供试材料 2014年分别在十堰市4个烤烟种植县(房县、竹溪、竹山、郧西)相对中心位置的典型地块采样,采样深度为0~20 cm,每个地块一般取10~15个小样点,将土壤充分混匀,制成1个混合样,挑出杂物以后,在田间用4分法弃去多余部分,最后保留1.0 kg,然后装入20 cm×25 cm清洁棉布袋,并贴上编号和标签。

1.2 分析方法 土样送湖北省农业科学院土肥植保所测定pH和各养分含量,数据均按照《全国第二次土壤普查养分分级标准和土壤酸碱度分级标准》分级^[2],用SPASS 19.0和Excel 2007进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 十堰市土壤养分总体评价 通过数据分析(表1),十堰市植烟区土壤养分水平之间差异较明显,速效磷的变异系数最大达到86.70%,有效铁的含量居第2位,变异系数为80.80%。从平均值来看,土壤pH、有机质、碱解氮、速效钾均处于适宜范围内,速效磷较为丰富。

2.2 土壤pH 植烟土壤pH高低,不仅影响烟草对养分吸收、土壤养分有效性及土壤微生物分布,还将直接影响烤烟的生长及产量、质量^[3]。

烤烟适宜的pH为5.5~7.5,最适宜的范围为5.5~6.5^[4]。十堰市植烟土壤pH变幅为4.30~8.28,平均值为6.52,有63.6%的土壤pH处于适宜范围,有28.7%的土壤pH处于最适宜范围,有17.8%的土壤pH低于5.5。从各县pH平均值来看,均处于适宜范围,以郧西最高,房县最低(表2,图1)。由此可见,十堰市大部分土壤pH能满足优质烟叶的要求,但少部分土壤存在酸化现象,应适当提高pH,特别是房县需要高度重视土壤酸化的现象。对于pH在5.5以下的土壤,应采用石灰溶田或适量施用白云石或其他碱性肥料,调节土壤pH至合适范围,更好地满足烟草生长对pH的要求,并促进植烟土壤养分的有效化。对于pH偏高的植烟土壤,可采用土壤调节剂进行适当调整。

表1 十堰市植烟土壤养分总体统计

Table 1 Summary of component of tobacco planting soil in Shiyan

指标 Index	pH pH value	有机质 Organic matter g/kg	碱解氮 Available N mg/kg	速效磷 Available P mg/kg	速效钾 Available K mg/kg	有效锌 Available Zn mg/kg	氯 Available Cl mg/kg
最小值 Minimum	4.30	0.47	19.70	0.74	19.00	0.15	0.38
最大值 Maximum	8.28	51.10	229.00	150.00	602.00	40.50	98.30
平均值 Mean	6.50	19.10	114.10	30.00	155.40	0.97	6.50
标准差 SD	0.93	8.65	35.31	25.96	75.29	0.50	4.80
变异系数 CV//%	14.30	45.20	31.00	86.70	48.40	52.30	74.30

指标 Index	有效硼 Available B mg/kg	有效硫 Available S//mg/kg	交换性钙 Available Ca//mg/kg	交换性镁 Available Mg//mg/kg	有效铜 Available Cu//mg/kg	有效锰 Available Mn//mg/kg	有效铁 Available Fe//mg/kg
最小值 Minimum	0.03	0.03	7.58	0.31	0.29	5.68	9.92
最大值 Maximum	4.34	355.00	7 664.00	684.00	3.04	78.60	150.00
平均值 Mean	0.17	26.70	2 725.00	212.70	1.18	28.38	30.18
标准差 SD	0.10	15.70	908.70	123.50	0.40	20.50	24.40
变异系数 CV//%	58.80	58.90	33.30	58.10	33.80	72.30	80.80

表2 十堰市植烟土壤 pH 分析

Table 2 Analysis of pH value of tobacco planting soil in Shiyan

评价 Evaluation	pH 范围 Range of pH	样本数量 Samples number 个	总样本数量 Total samples number//个	样本分布频率 Distribution frequency of sample//%
极强酸性 Extremely strong acidity	<4.5	6	1 448	0.41
强酸性 Strong acidity	4.5 ~ <5.5	252	1 448	17.40
酸性 Acidity	5.5 ~ <6.5	416	1 448	28.73
中性 Neutrality	6.5 ~ <7.5	505	1 448	34.88
碱性 Alkalinity	7.5 ~ <8.5	269	1 448	18.58
强碱性 Strongalkalinity	8.5 ~ 9.5	0	1 448	0.00
极强碱性 Extremely strong alkalinity	>9.5	0	1 448	0.00

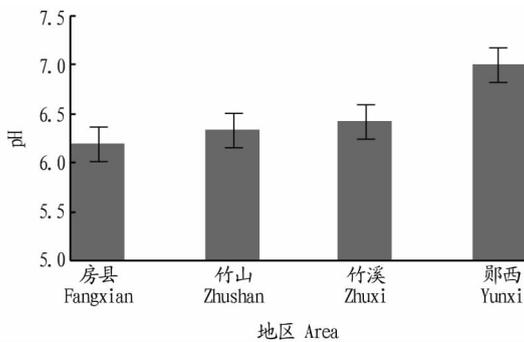


图1 各县植烟土壤平均 pH

Fig. 1 The average pH value of tobacco planting soil in several counties

2.3 土壤有机质含量 植烟土壤有机质是土壤主要肥力指标之一,过高或过低都不利于烟草的正常生长发育,对烟叶质量有不利影响^[5]。

烤烟土壤适宜有机质含量为 15.00 ~ 30.00 g/kg。十堰市植烟土壤有机质含量变幅为 0.47 ~ 51.10 g/kg,平均值为 19.10 g/kg。有机质含量处于适宜范围的占 56.4% (表 3)。从各县有机质含量平均值来看,均处于适宜范围,以竹溪最好,郧西最低 (图 2)。由此可见,由于近年来连续推广使用饼肥,十堰市大部分植烟土壤有机质含量较适宜。针对部分

有机质含量丰富的植烟土壤,特别是竹溪,应减少饼肥等有机肥使用,严格控制氮肥用量。对有机质偏低的植烟土壤,可增加饼肥用量至 750 kg/hm²,或冬种绿肥,以增加土壤有机质含量。

2.4 植烟土壤中大量元素含量 氮素营养对烤烟产量、质量的影响最为重要。植烟土壤中的有效氮含量受降雨量、海拔、质地、气温、施肥等众多因素的影响,可作为当季烟草推荐施氮的参考指标^[6]。烤烟土壤适宜碱解氮含量为 90.00 ~ 120.00 mg/kg。十堰市植烟土壤碱解氮含量变幅为 19.70 ~ 229.00 mg/kg,平均值为 114.10 mg/kg,处于适宜范围。碱解氮含量处于适宜范围的占 35.01%,超过 120.00 mg/kg 的占 39.92%,低于 90.00 mg/kg 的占 25.06% (表 4)。竹溪碱解氮含量水平偏高,需要控施氮肥,宜早不宜晚 (表 5)。

磷可以改善烤烟的颜色,提高烟叶糖的含量。烤烟土壤适宜的速效磷含量为 10.00 ~ 20.00 mg/kg,十堰市植烟土壤速效磷含量变幅为 0.74 ~ 150.00 mg/kg,平均值为 30.00 mg/kg,速效磷较为丰富。速效磷含量处于适宜范围的占 27.8%,超过适宜值的占 52.6%,低于适宜值的占 19.6%。从各县速效磷平均值来看,均高于适宜范围值,尤其是竹山,要少施磷肥。

烤烟是典型的喜钾作物,速效钾的供应状况直接影响烟

草的产量和质量^[7]。烤烟土壤适宜的速效钾含量为 150.00 ~ 200.00 mg/kg,十堰市植烟土壤速效钾含量变幅为 19.00 ~ 602.00 mg/kg,平均值为 155.40 mg/kg,速效钾均值处于适宜

范围之内,但位居临界最低值。速效钾含量处于适宜范围的占 57.8%,超过适宜值的占 19.8%,低于适宜值的占 22.4%。房县、郧西有效钾含量略低于适宜值,要适当增施。

表 3 十堰市植烟土壤有机质含量

Table 3 Organic matter content of tobacco planting soil in Shiyang

评价 Evaluation	范围 Range of pH//g/kg	样本数量 Samples number 个	总样本数量 Total samples number//个	样本分布频率 Distribution frequency of sample//%
一级 Grade 1	>40	34	1 448	2.35
二级 Grade 2	30 ~ 40	126	1 448	8.70
三级 Grade 3	20 ~ <30	400	1 448	27.62
四级 Grade 4	10 ~ <20	721	1 448	49.79
五级 Grade 5	6 ~ <10	113	1 448	7.80
六级 Grade 6	<6	54	1 448	3.73

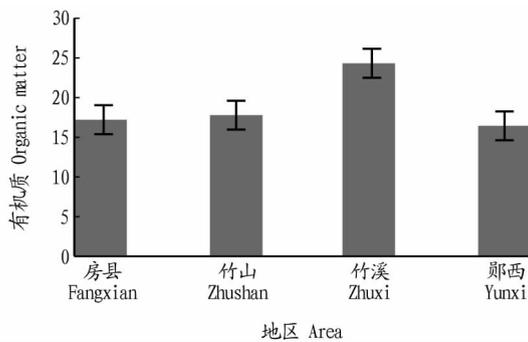


图 2 各县植烟土壤有机质平均值

Fig. 2 The average organic matter content of tobacco planting soil in several counties of Shiyang

过高的土壤有效硫含量会使烟叶的硫含量增加,影响烟叶的燃烧性,降低烟叶内在品质^[8]。植烟土壤有效硫含量适宜范围为 10.00 ~ 20.00 mg/kg,十堰市植烟土壤有效硫含量变化幅度 0.03 ~ 355.00 mg/kg,平均值为 26.70 mg/kg,超出适宜范围。有效硫含量处于适宜范围的占 40.7%,超过适宜范围的占 13.2%,低于适宜范围的占 46.1%。十堰市植

烟土壤有效硫含量较高,生产上应积极推广硝酸钾替代硫酸钾技术。

钙是烤烟生长需要量较大的中量元素,在协调和平衡烤烟对各种矿质营养吸收方面起着重要作用^[9]。烤烟土壤适宜的交换性钙含量为 800.00 ~ 1 200.00 mg/kg,十堰市植烟土壤交换性钙含量变幅为 7.58 ~ 7 664.00 mg/kg,平均值为 2 725.00 mg/kg,超出适宜范围。交换性钙含量处于适宜范围的占 10.0%,超出适宜范围的占 57.5%,低于适宜范围的占 30.5%。各县差异性显著,郧西、竹溪高,竹山低,要高控低补。

镁是烟草叶绿素组成的唯一矿质元素,能促进烟叶的叶绿素形成,增强烟叶光合作用,促进烟叶碳水化合物合成与转化^[10]。烤烟土壤适宜的交换性镁含量为 100.00 ~ 200.00 mg/kg。十堰市植烟土壤交换性镁含量变幅为 0.31 ~ 684.00 mg/kg,平均值为 212.70 mg/kg,处于适宜范围内。交换性镁含量处于适宜范围的占 33.48%,超出适宜范围的占 33.04%,低于适宜范围的占 33.48%。竹山镁含量较低,需要适当增加镁肥使用。

表 4 土壤中大量元素含量分布评价

Table 4 Distribution of macroelement in tobacco planting soil

评价 Evaluation	碱解氮 Available N		速效磷 Available P		速效钾 Available K	
	范围 Range mg/kg	分布频率 Distribution frequency//%	范围 Range mg/kg	分布频率 Distribution frequency//%	范围 Range mg/kg	分布频率 Distribution frequency//%
一级 Grade 1	>150	16.02	>40	26.10	>200	19.75
二级 Grade 2	120 ~ 150	23.90	20 ~ 40	26.52	150 ~ 200	27.62
三级 Grade 3	90 ~ <120	35.01	10 ~ <20	27.83	100 ~ <150	30.18
四级 Grade 4	60 ~ <90	20.51	5 ~ <10	13.47	50 ~ <100	20.37
五级 Grade 5	30 ~ <60	4.14	3 ~ <5	3.87	30 ~ <50	1.66
六级 Grade 6	<30	0.41	<3	2.21	<30	0.41
评价 Evaluation	有效硫 Available S		交换性钙 Available Ca		交换性镁 Available Mg	
	范围 Range mg/kg	分布频率 Distribution frequency//%	范围 Range mg/kg	分布频率 Distribution frequency//%	范围 Range mg/kg	分布频率 Distribution frequency//%
一级 Grade 1	>40	4.35	>2000	33.00	>500	3.96
二级 Grade 2	20 ~ 40	6.52	1 200 ~ 2 000	24.50	200 ~ 500	29.07
三级 Grade 3	10 ~ <20	62.32	800 ~ <1 200	10.00	100 ~ <200	33.48
四级 Grade 4	5 ~ <10	77.54	400 ~ <800	12.00	50 ~ <100	13.22
五级 Grade 5	<5	13.77	<400	20.50	<50	20.26
六级 Grade 6	—	—	—	—	—	—

表5 各县土壤中大量元素含量平均值

Table 5 Average of macroelement in soil in several counties of Shiyuan

mg/kg

区域 Area	碱解氮 Available N	速效磷 Available P	速效钾 Available K	有效硫 Available S	交换性钙 Available Ca	交换性镁 Available Mg
房县 Fangxian	106.69	29.59	142.09	31.15	962.06	134.60
竹山 Zhushan	116.06	36.00	187.34	12.28	666.71	73.80
竹溪 Zhuxi	135.56	34.11	162.66	36.87	1 403.65	185.40
郧西 Yunxi	100.48	23.10	143.35	20.50	2 493.61	193.40

2.5 土壤中微量元素含量 锌是烟草生长不可缺少的元素,施锌肥不仅可以促进烟草生长,而且还可以提高烟叶的香气质和香气量,减少杂气和改善余味。植烟土壤有效锌含量适宜范围为1.00~2.00 mg/kg,十堰市植烟土壤有效锌含量变幅为0.15~40.50 mg/kg,平均值为0.97 mg/kg,处于适宜范围。有效锌含量处于适宜范围的占37.9%,超过适宜范围的占6.6%,低于适宜范围的占55.5%(表6)。针对烟区有效锌含量处于缺乏状态,特别是竹山、竹溪,适当补充锌肥(表7)。

普遍认为烟草是忌氯作物,但氯是烟草生长发育过程中所必需的营养元素,烟叶氯含量影响烟叶燃烧性和弹性^[11]。植烟土壤氯含量适宜范围为10.00~30.00 mg/kg,十堰市植烟土壤氯含量变幅为0.38~98.30 mg/kg,平均值为6.50 mg/kg,处于适宜范围。氯含量处于适宜范围的占33.9%,超出适宜范围的占9.7%,低于适宜范围的占56.4%。竹山应推广氯化钾替代硫酸钾,使烤烟种植当季土壤氯含量提高到适宜水平。

硼影响烟叶的糖碱比和氮碱比以及其他化学成分的协调性^[12]。植烟土壤有效硼适宜范围为0.30~0.06 mg/kg,十堰市植烟土壤有效硼变幅为0.03~4.34 mg/kg,平均值为0.17 mg/kg,处于适宜范围。有效硼含量处于适宜范围的占22.8%,超出适宜范围的占13.0%,低于适宜范围的占64.2%。房县、竹溪和郧西有效硼平均值较低,应适当增加。

铜参与烟株体内氧化还原反应、呼吸作用,增强烟株的

抗性^[13]。烤烟土壤适宜的有效铜含量为0.50~1.00 mg/kg,十堰市植烟土壤有效铜含量变幅为0.29~3.04 mg/kg,平均值为1.18 mg/kg,超出适宜范围。有效铜含量处于适宜范围的占41.6%,超出适宜范围的占50.5%,低于适宜范围的为7.9%。目前,各县有效铜含量正常。

锰是烟草生长发育必需的营养元素之一,在烟草的生长发育及代谢过程中参与重要的生理功能,土壤锰素含量的高低直接影响烟株的正常生长和烟叶品质的形成。当土壤有效锰缺乏时,新叶叶脉失绿黄化,严重缺锰时叶脉呈黑褐色,有坏死的斑点或损伤,烟株矮化;当土壤有效锰含量过高时,烟叶出现坏死棕色斑块,调制后烟叶呈黑灰色^[14]。烤烟土壤适宜的有效锰含量为10.00~20.00 mg/kg,十堰市植烟土壤有效锰含量变幅为5.68~78.60 mg/kg,平均值为28.38 mg/kg,超出适宜范围。有效锰含量处于适宜范围的占41.6%,超出适宜范围的占50.5%,低于适宜范围的占7.9%。郧西有效锰含量偏高,要停止添加或施用石灰性肥料,以防发生锰毒害。

铁参与光合作用和叶绿素合成,对烟叶的生长发育有着不可或缺的作用^[15]。烤烟土壤适宜的有效铁含量为4.50~10.00 mg/kg,十堰市植烟土壤有效铁含量变幅为9.92~150.00 mg/kg,平均值为30.18 mg/kg,处于偏高水平。有效铁含量处于适宜范围的仅占1.1%,98.9%高于适宜范围。房县和竹溪有效铁含量高,施肥时可不予考虑。

表6 土壤中微量元素含量分布评价

Table 6 Distribution of microelement in tobacco planting soil

评价 Evaluation	有效锌 Available Zn		氯 Available Cl		有效硼 Available B	
	范围 Range mg/kg	分布频率 Distribution frequency // %	范围 Range mg/kg	分布频率 Distribution frequency // %	范围 Range mg/kg	分布频率 Distribution frequency // %
一级 Grade 1	>4.0	2.64	>40	4.85	>1.00	5.56
二级 Grade2	2.0~4.0	3.96	30~40	4.85	0.60~1.00	7.41
三级 Grade 3	1.0~<2.0	37.89	10~<30	33.92	0.30~<0.60	22.84
四级 Grade4	0.5~<1.0	47.14	5~<10	32.16	0.15~<0.30	47.53
五级 Grade 5	<0.5	8.37	<5	24.23	<0.15	16.67
评价 Evaluation	有效铜 Available Cu		有效锰 Available Mn		有效铁 Available Fe	
	范围 Range mg/kg	分布频率 Distribution frequency // %	范围 Range mg/kg	分布频率 Distribution frequency // %	范围 Range mg/kg	分布频率 Distribution frequency // %
一级 Grade 1	>3.0	1.12	>40	1.12	>60.0	16.85
二级 Grade2	1.0~3.0	49.44	20~40	49.44	10.0~60.0	82.02
三级 Grade 3	0.5~<1.0	41.57	10~<20	41.57	4.5~<10.0	1.12
四级 Grade4	0.2~<0.5	7.87	5~<10	7.87	2.5~<4.5	0.00
五级 Grade 5	<0.2	0.00	<5	0.00	<2.5	0.00

表 7 各县土壤中微量元素含量平均值

Table 7 Average of microelement in tobacco planting soil in several counties of Shiyan

mg/kg

区域 Area	有效锌 Available Zn	氯 Available Cl	有效硼 Available B	有效铜 Available Cu	有效锰 Available Mn	有效铁 Available Fe
房县 Fangxian	1.07	15.43	0.34	1.24	21.48	42.08
竹山 Zhushan	0.76	7.86	1.02	1.00	—	—
竹溪 Zhuxi	0.94	10.72	0.48	1.15	25.16	45.69
郧西 Yunxi	1.96	16.13	0.3	1.18	28.54	30.91

3 结论

通过分析十堰市植烟土壤现状发现以下问题:一是不同区域之间肥力差异较明显,各养分最大值和最小值差异较明显,这与十堰市山区特殊地形有关,导致精准施肥难以落实到位。二是虽然全市土壤平均 pH 处于适宜状态,但土壤存在酸化趋势,这与大量化学肥料特别是生理酸性肥料(硫酸钾)的施用有关。土壤酸化对烟株的生长会产生不利影响,不利于其根系生长发育,进而对烟株的生长表现出抑制的现象,同时烟田酸化会加剧烟草病害的发生率,进而造成烟草减产,并且影响烟叶品质^[16]。三是部分区域植烟土壤有机质和碱解氮含量较高,要严格控制氮肥施用水平,防止植烟土壤过量供氮,造成烟叶贪青晚熟,难以正常落黄。四是植烟土壤速效磷含量总体较丰富,但个别区域缺磷较严重,对缺磷土壤,应适当增施水溶性含量高的磷肥,以满足烟草生长前期对磷素的需要。五是植烟土壤有效钾处于缺乏或极缺乏状态,应重视钾肥施用,增加肥料配比中 N:K 比例,特别是在烟叶生长后期利用硝酸钾进行追肥。六是植烟土壤中有有效锌、氯、有效硼、交换性镁处于适宜状态,但是不同区域存在差异,在烟叶生产中必须结合情况进行添加。七是植烟土壤中有有效硫、交换性钙、有效铜、有效锰、有效铁处于偏高状态,在烤烟生产中要减少硫酸钾、含有钙和铜等的肥料使用。

针对秦巴山烟区以上问题,结合土壤分析,十堰市的烤烟养分管理应根据植烟土壤养分含量状况,结合当地种植烤烟特点,适当增施有机肥,提高土壤缓冲能力,使土壤 pH 在自然条件下不会因外界条件改变而剧烈变化;采取降氮、控磷硫、增钾、适当补施微肥的原则,在养分投入时间上,应根据作物需肥规律合理分配基肥与追肥,从而实现作物高产和养分的高效,同时要注重改善水肥条件,优化专用肥配方,调整施肥方法,为烟草生长创造一个良好的土壤生态环境,进一步提高烟叶质量和可用性;另外,适宜的农艺措施,也可以对土壤起到有效的改良作用,如深耕冻炕,能有效改善土壤

团粒结构,同时对酸化烟田而言,可以采用免耕覆盖秸秆栽培技术或地膜覆盖技术来延缓土壤酸化。

总之,土壤改良任重道远,需要多种方法并用,非单一方法可以有效解决,需要多年的时间才能看到效果,必须切合实际地选择适宜的方法,做到精准改良,以保护当前优质烟叶生产土壤,促进绿色烟叶生产,实现烟叶可持续发展。

参考文献

- [1] 谢鹏飞,邓小华,何命军,等.宁乡县植烟土壤养分丰缺状况分析[J].中国农学通报,2011,27(5):154-162.
- [2] 鲍士旦.土壤农化分析[M].3版.北京:中国农业出版社,2000.
- [3] TEPHENSON M G, PARKER M B, GAINES T P. Manganese and soil pH effects on yield and quality of flue-cured tobacco [J]. Tobacco science, 1987, 31: 104.
- [4] 杨继龙,刘阳,王远林,等.竹溪县烟田土壤酸碱度调查[J].安徽农业科学,2016,44(20):118-119,137.
- [5] 夏玉珍,张晓海,吴伯志.我国植烟土壤改良技术的研究进展[J].农业网络信息,2005(12):115-118.
- [6] 张延春,陈治锋,龙怀玉,等.叶面喷施硼肥对烤烟农艺性状和经济性状的影响[J].土壤肥料,2005(4):19-21,32.
- [7] 左天觉.烟草的生产、生理和生物化学[M].上海:上海远东出版社,1993:386-394.
- [8] 邓小华,周冀衡,赵松义,等.湖南烤烟硫含量的区域特征及其对烟叶叶评吸质量的影响[J].应用生态学报,2007,18(12):2853-2859.
- [9] 周米良,邓小华,刘逊,等.湘西植烟土壤交换性钙含量及空间分布研究[J].安徽农业科学,2012,40(18):9697-9699.
- [10] 周冀衡,朱小平,王彦亭,等.烟草生理与生物化学[M].合肥:中国科学技术大学出版社,1996:198,217.
- [11] 刘逊,邓小华,周米良,等.湘西烟区植烟土壤氮含量及其影响因素分析[J].水土保持学报,2012,26(6):224-228.
- [12] 张延春,陈治锋,龙怀玉,等.叶面喷施硼肥对烤烟农艺性状和经济性状的影响[J].土壤肥料,2005(4):19-21.
- [13] 黎娟,周清明,邓小华,等.湘西植烟土壤有效铜含量及分布规律研究[J].北京农学院学报,2013,28(1):4-7.
- [14] 许自成,王林,关博谦,等.湖南烟区烤烟锰与土壤有效锰含量的分布特点及关系分析[J].中国烟草学报,2007,13(5):27-32.
- [15] 刘逊,黎娟,周米良,等.湘西植烟土壤有效铁含量及变化规律研究[J].作物研究,2013(4):325-328.
- [16] 张东,扈强,杜咏梅,等.植烟土壤酸化及改良技术研究进展[J].中国烟草科学,2013,34(5):113-116.

(上接第 112 页)

- [31] 曹东旭,袁博,刘安军,等.鱼鳞中糖缀合物的体外抗氧化活性研究[J].食品研究与开发,2007,28(11):151-154.
- [32] 曾芳.鱼鳞胶原蛋白、明胶和羟基磷灰石综合提取研究[D].南昌:南昌大学,2013.

- [33] 王希搏.鱼鳞有机酸钙、胶原蛋白及胶原多肽联产工艺与工厂设计[D].武汉:华中农业大学,2013.
- [34] 王南平,何兰,曹俊,等.鱼鳞综合开发利用工艺与设备综述[J].渔业现代化,2014,41(1):46-52.