

重庆涪陵烟区土壤养分状况分析及演变趋势

李超¹, 关罗浩¹, 袁文彬¹, 冀浩¹, 周鑫斌^{2*}, 杨欣^{1*}

(1. 广东中烟工业有限责任公司, 广州 510310; 2. 西南大学, 重庆 400716)

摘要:为探明重庆涪陵烟区植烟土壤养分状况, 对该区域 196 个土壤样品养分状况及演变趋势进行分析, 并与 2002 年、2012 年的数据进行纵向对比。结果表明: 涪陵区烟田土壤约有 73.42% 的土壤酸化; 有 71.88% 的土壤有机质含量处于最适宜区间, 并逐年缓慢上升; 全氮含量偏高(2.30 g/kg); 碱解氮处于适宜水平; 烟田速效磷含量偏高(55.60 mg/kg), 较高和极高的比例较大, 并处于逐年上升趋势; 速效钾含量整体呈现偏高水平(258.62 mg/kg), 适宜水平所占比例较低, 含量呈逐年急剧上升趋势。总体来说, 目前重庆涪陵烟区土壤肥力需要因地制宜提升, 生产上采取“降酸、稳氮、控磷钾、保持有机肥”的养分管理措施, 总体上采用“区域大配方、地块小调整”施肥策略, 兼顾烤烟养分需求和环境友好的最佳养分管理措施。

关键词: 植烟区; 涪陵; 土壤酸化; 最佳养分

中图分类号: S158

文献标识码: A

文章编号: 2096-5877(2022)01-0061-05

Analysis and Evolution Trend of Soil Nutrients in Fuling Tobacco-Growing Area, Chongqing

LI Chao¹, GUAN Luohao¹, YUAN Wenbin¹, JI Hao¹, ZHOU Xinbin^{2*}, YANG Xin^{1*}

(1. *Guangdong China Tobacco Industry Co., Ltd., Guangzhou 510310*; 2. *Southwest University, Chongqing 400716, China*)

Abstract: In order to explore the soil nutrient status of tobacco growing in Fuling, Chongqing, 196 soil samples were analyzed and compared with the data in 2002 and 2012. The results showed that 73.42% of the soil in fuling tobacco field was acidified. The soil organic matter content of 71.88% was in the optimum range and increased slowly year by year. High total nitrogen content (2.30 g/kg), and the alkali-hydrolyzed nitrogen was at a suitable level. The content of available phosphorus in tobacco field was high (55.60 mg/kg), and the proportion of high phosphorus and extremely high phosphorus was large, and was increasing year by year. The content of available potassium was on the high level (258.62 mg/kg), the proportion of suitable level was low, and the content increased sharply year by year. In general, at present, soil fertility in Fuling tobacco area of Chongqing needs to be improved according to local conditions, and nutrient management measures of "reducing acid, stabilizing nitrogen, controlling phosphorus and potassium, and maintaining organic fertilizer" should be adopted in production. On the whole, the fertilization strategy of "The formula for large areas, minor adjustments for small plots" should be adopted to take into account the nutrient demand of flue-cured tobacco and the best nutrient management measures of environmental friendliness.

Key words: Tobacco-growing areas; Fuling; Soil acidification; Optimal nutrients

烤烟是我国重要的经济作物, 提高烟叶产质量追求经济效益是烟叶种植的最终目标。烤烟质

量是遗传因素、生态环境和栽培技术共同作用的结果, 生态环境对其影响最为重要, 土壤养分作为土壤肥力的核心和基础, 其丰缺状况及供应强度直接影响烟草的生长发育、产量和品质^[1-3]。土壤养分具有高度的空间异质性, 它是一个随着时间空间变化的动态系统, 受自然、社会、经济等多种因素的影响而产生变化^[4-5]。根据土壤的营养状况及养分释放规律, 选择适宜烟草生长的肥料种类、确定最佳施肥模式能有效提高烟叶的质量和产量^[6]。因此, 有必要以烟田土壤养分丰缺状

收稿日期: 2020-01-17

基金项目: 国家自然科学基金项目(71503174); 中国烟草总公司科技重点项目(110201502015)

作者简介: 李超(1979-), 男, 农艺师, 硕士, 从事烟草生理生化研究。

通讯作者: 周鑫斌, 男, 博士, 副教授, E-mail: zxbissas@swu.edu.cn
杨欣, 男, 硕士, 高级农艺师, E-mail: nongdayangxin@163.com

况为基础,并结合烟区土壤养分实际变化情况将烟田分区,从而达到成功研制烟草专用肥,精准施肥,提高烟叶品质,增加烟叶效益的目标。

目前对于重庆市烟田土壤肥力评价的报道较多^[7],但关于重庆涪陵烟区土壤肥力状况及演变趋势的研究总结鲜有报道。本试验以重庆涪陵区植烟土壤为研究对象,通过对2017年烟田土壤养分状况和肥力适宜性的分析,在2002年、2012年测土数据的基础上进行对比分析,以期制定科学合理的施肥方案,提高肥料利用率,充分发挥土地生产潜力,为烤烟的大面积生产施肥提供参考,也可为其他烟区推进类似研究提供参考借鉴。

1 材料与方 法

1.1 样品采集

在重庆市涪陵区根据不同的土壤类型、地形地貌、生产水平和耕作制度选取有代表性的植烟土壤,按照现代烟草农业规划,在每个种植单元下采集5个样点,平均每3335 m²采集一个样点,采用“S型采样方法”随机采集耕作层(0~20 cm)烟田土壤。为全面反映烟区土壤养分分布以及肥力适应性的真实状况,采样时间应在施肥及移栽之前,本试验于2017年11月中旬共采集196个土壤样本,采样时采用GPS定位,并与2002年、2012年采样的定位点相同,三次采样的时间均为烟叶收获期,采样时间均在当年的11月中旬,每个土样是15个采样点的混合土样,采用四分法留取2.0 g土壤样品。各点采集土样时,应尽量做到深

度一致,上下土体一致,避免取到一些特殊区域的土壤,样品混合应均匀。经风干、磨细、过筛后进行各项指标测定分析,与2002年、2012年的测定结果进行比较。

1.2 土壤样品的测定分析

土壤样品的分析项目为:土壤pH值、有机质、全氮、碱解氮、速效磷、速效钾。土壤pH值用pH酸度计测定(水土比1:2.5)^[8];土壤有机质测定采用重铬酸钾-外加热法^[9];土壤全氮测定采用半微量凯氏定氮法^[10-11];土壤碱解氮测定采用碱解扩散法^[9];土壤速效磷和速效钾测定分别采用0.5 mol/L NaHCO₃浸提-钼锑抗比色法和1 mol/L NH₄OAc浸提-火焰光度法^[8]。

1.3 数据处理

采用SPSS 25.0和Excel统计软件进行统计、分析和绘图。

2 结果与分析

2.1 涪陵植烟区土壤理化性状评价

涪陵区植烟土壤pH介于4.41~8.12之间,平均值为5.61,变异系数为16.76%(表1);其中pH<4.5的强酸性土壤占3.12%,pH介于4.5~5.5的偏酸性土壤占57.29%,pH介于5.5~7.0的土壤占28.13%(表2),由此可见,涪陵区植烟土壤以酸性土壤为主。本试验土壤养分含量丰缺判定标准根据烟草平衡施肥技术研究报告的标准和全国第二次土壤普查肥力评价标准^[12]综合确定,参考烟田土壤养分丰缺标准(表3)可知,涪陵区适宜植烟的土

表1 涪陵植烟土壤养分指标分析表

养分指标	样本数(个)	最大	最小	平均	方差	标准差	变异系数(%)
pH	196	8.12	4.41	5.61	0.88	0.94	16.76
有机质(g/kg)	196	39.99	7.62	24.78	31.52	5.61	22.65
全氮(g/kg)	196	4.23	1.05	2.30	0.57	0.76	32.95
碱解氮(mg/kg)	196	201.64	71.28	131.59	575.24	23.98	18.23
有效磷(mg/kg)	196	110.29	12.39	55.60	432.98	20.81	37.43
速效钾(mg/kg)	196	565.9	79.30	258.62	9977.69	99.89	38.62

表2 涪陵植烟土壤养分分布频率

养分指标	样本数(个)	涪陵烟土氮磷钾含量分布频率(%)				
		极低	低	适宜	高	极高
pH	196	3.12	57.29	28.13	8.33	3.13
有机质(g/kg)	196	2.08	10.41	71.88	12.5	3.13
全氮(g/kg)	196	0	0	44.79	17.71	37.50
碱解氮(mg/kg)	196	0	5.21	90.63	4.17	0
有效磷(mg/kg)	196	0	2.08	7.29	16.67	73.96
速效钾(mg/kg)	196	1.04	15.63	23.96	38.54	20.83

表3 烟田土壤养分丰缺指标体系

等级	pH	有机质(g/kg)	全氮(g/kg)	碱解氮(mg/kg)	有效磷(mg/kg)	速效钾(mg/kg)
极低	<4.5	<1.5				
低	4.5~5.0	1.0~1.5	<0.5	<65	<10	<80
较低	5.0~5.5	1.5~2.0	0.5~1.0	65~100	10~15	80~150
中等	5.5~6.5	2.0~3.0	1.0~2.0	100~180	15~30	150~220
较高	6.5~7.5	3.0~4.0	2.0~2.5	180~240	30~40	220~350
极高	>7.5	>4.0	>2.5	>240	>40	>350

壤低于30%,多数土壤是偏酸性土壤,不利于烟草生长,需要对这部分酸性土壤进行改良。

根据植烟土壤养分丰缺指标,西南烟区适宜土壤有机质含量为20~30 g/kg,涪陵区植烟土壤有机质含量平均值为24.78 g/kg,在合适的范围内(表1)。从表2可见,涪陵区植烟土壤中有71.88%的土壤有机质含量处于适宜区间,含量极高的仅占3.13%;含量水平极低的占2.08%,小部分含量低(10.41%)。对于有机质含量较低的土壤,应当在种植烤烟时适量增施优质有机肥,并控制氮肥量,以便提高烟叶质量。

涪陵区植烟土壤全氮含量平均值为2.30 g/kg,分散程度一般,仅有44.79%的土壤处在适宜水平,其余土壤均处于偏高或极高水平,其中极高水平占37.50%。整体处于适中偏高水平,可能与施肥管理或地质条件有关。碱解氮含量平均值为131.59 mg/kg,分布集中,90.63%的土壤处在适宜水平,而处于偏低和偏高水平的比例很小,整体处于适中水平。

涪陵区烟土有效磷含量偏高,平均值为55.60 mg/kg,73.96%的土壤处于极高水平,16.67%的土壤处于偏高水平,适宜水平仅占7.29%左右。表明长期施用磷肥导致土壤中累积的有效磷逐渐增多,使涪陵区烟土有效磷整体水平偏高。速效钾含量平均值为258.62 mg/kg,分布较分散,低水平占16.67%,高水平占59.37%,适宜水平仅占23.96%,涪陵烟土速效钾含量整体呈现偏高水平。

2.2 涪陵植烟区土壤理化性状变化趋势

与2002年相比,2012年涪陵区植烟土壤pH平均值下降0.2个单位,分布频率几乎没有大的变化,而2017年涪陵区植烟土壤pH平均值较2002年增加0.4个单位,较2012年增加0.6个单位(表4),由此可见,2012年后涪陵区植烟土壤酸化现象有所缓和,到2017年时植烟土壤pH上升至5.61,达到烟田土壤pH标准的中等水平。

与2002年相比,2012年涪陵植烟土壤有机质

表4 涪陵植烟土壤养分指标年度平均值变化情况表

养分指标	2002年 平均值	2012年 平均值	2017年 平均值
pH	5.21	5.01	5.61
有机质(g/kg)	20.60	23.10	24.68
全氮(g/kg)	1.67	1.71	2.30
碱解氮(mg/kg)	85.60	106.90	131.59
有效磷(mg/kg)	28.60	38.47	55.60
速效钾(mg/kg)	145.56	192.00	258.62

含量有升高的趋势,但平均值仅增加0.12%。而2017年平均值较2002年增加4.08 g/kg,较2012年增加1.58 g/kg。总体来说,涪陵植烟区土壤有机质大体呈现逐年上升的趋势,且2002~2017年的土壤有机质平均值介于适宜植烟范围之内。

与2002年相比,2012年土壤全氮含量略有上升,而2017年较2012年有明显升高的趋势,平均值增加34.50%,极高水平增加33.8%;2012年碱解氮含量平均值比2002年增加21.3 g/kg,2017年比2012年的碱解氮平均含量高出23.10%,适宜范围增加22.73%。涪陵区烟土供氮能力总体适宜,部分偏高,同时考虑到上季土壤的氮素残留,因此应当减少移栽前氮肥的施用量。

2012年土壤有效磷含量较2002年上升34.5%,2017年土壤有效磷含量比2012年增加44.53%,极高水平增加28.28%。因此,建议进行测土配方施肥,适当减少移栽前磷肥的施用量。

与2002年相比,2012年涪陵区植烟土壤速效钾含量有明显升高趋势,平均增加31.9%。2017年比2012年增加34.70%,极高水平增加14.66%。因此,建议根据测土结果,进行分区施钾肥,以增加土壤供钾的后效及潜力。

2.3 涪陵区施肥分区

通过叠加土壤图、土壤有机质图、土壤氮养分图、土壤磷养分图、土壤钾养分图,形成综合分区图,从而最终形成施肥区划图。总体上按照“区

域大配方,地块小调整”开展营养平衡配方施肥, N:P:K=7:10:23的为中氮高磷高钾施肥区;N:P:K=7:10:25的为中氮高磷中钾施肥区,面积较大;N:P:K=7:12:27的为中氮中磷低钾施肥区;N:P:K=8:10:27的为低氮高磷低钾施肥区;N:P:K=8:12:25的为低氮中磷中钾施肥区。

3 讨论

本研究表明:重庆市涪陵区土壤肥力总体水平较高,但大部分土壤偏酸性,存在着严重的土壤酸化问题^[13]。对于pH值在5.0~5.5的烟田,推荐施用钙镁磷肥、硅钙肥和生物炭等弱碱性物料,同时可以归还烟田钙和镁元素来改善烟田土壤酸性。对于酸性较强的烟田(pH<5.0),推荐采用生石灰改良的方法^[14]。

生产优质烤烟的植烟土壤有机质含量在20~30 g/kg适宜^[15],从2017年涪陵区植烟土壤有机质含量平均值(24.78 g/kg)看,目前烟区土壤有机质含量适宜种植烤烟,且与2002年、2012年相比有所上升,这与近年来优质有机肥的施用以及实行改善土壤结构措施的是分不开的。土壤有机质过高或过低均不适宜烟叶的生长和生产,所以今后仍应继续重视烟田土壤的保护及改良,为生产优质烟叶提供良好土壤基础。

重庆地区生产优质烟叶最适宜的土壤全氮含量为1~2 g/kg^[16],这是由于重庆烟区雨水充足,对氮素存在一定的淋湿作用,较干旱地区高,但全氮过高会使得烟草生育后期出现大量氮素矿化,对烟草品质不利^[17]。涪陵烟区的土壤全氮量偏高,且有超1/3的土壤全氮含量处于极高水平,所以后期施氮量应适度降低,以达到营养供应平衡。涪陵区土壤碱解氮含量目前处于适宜范围,故应以“稳氮”为基准,在烟叶生长前期应确保基肥与追肥相结合,确保烟叶的正常生长发育。

植烟土壤速效磷含量以10~40 mg/kg为宜^[18]。本试验表明,涪陵区烟田土壤供氮能力比较适宜,部分偏高;速效磷含量偏高,所以需要适当减少磷肥的使用量,在改善烟叶产量与品质的同时提高烟叶对氮、钾养分的利用率。

土壤钾与烟草根系的生长发育和烟叶品质的形成密切相关,提高钾素的营养水平,能明显增强烟株的抗逆性。同时,提高钾肥的施用可以增强烟叶的燃烧性^[18]、降低烟叶的焦油产生量^[19]、改善烟雾品质^[20]。涪陵区土壤速效钾含量整体偏高,且呈逐年增高趋势,故应当适量降低钾肥的施用比例

以提高烟叶含糖量、改善烟叶品质。

根据前期的研究结果并参考我国主要植烟区域不同土壤氮磷钾供应水平下的推荐施肥量,以土壤测试为依据,以提高重庆涪陵区烟叶质量为核心,制定出与重庆涪陵植烟土壤养分供应和烟草营养需求相匹配的烟草肥料配方(表5),可以做到烟田地块“小调整”养分管理策略。

表5 植烟土壤中大量元素临界推荐施肥指标

土壤养分	丰缺等级	目标产量推荐施纯肥量(kg/667 m ²)		
		干烟重140	干烟重150	干烟重160
碱解氮 (mg/kg)	低	8.0~8.5	8.5	9.0
	较低	7.5~8.0	8.0~8.5	8.5~9.0
	中等	7.0~7.5	7.5~8.0	8.0~8.5
	较高	6.5~7.0	7.0~7.5	7.5~8.0
	极高	6.5	7.0	7.5
有效磷 (mg/kg)	低	7.5~8.0	8.0	8.5
	较低	7.0~7.5	7.5~8.0	8.0~8.5
	中等	6.5~7.0	7.0~7.5	7.5~8.0
	较高	6.0~6.5	6.5~7.0	7.0~7.5
	极高	6.0	6.5	7.0
有效钾 (mg/kg)	低	18.4~19.6	22.0~25.0	22.0~25.0
	较低	17.3~18.4	20.0~22.0	21.0~22.0
	中等	16.1~17.3	19.0~21.0	18.4~21.0
	较高	15.0~16.1	18.0~19.0	18.0~18.4
	极高	15.0	18.0	18.0

本研究土壤养分状况指标涵盖重庆涪陵烟区土壤pH值,有机质、全氮、碱解氮、速效磷、速效钾含量,受一些外在客观因素的影响,并不能完全、具体地反映当地土壤状况的全貌,如若再考虑成土母质、地形地貌、微量元素、外在环境等因素,可能会有更详尽的诠释。综合重庆市涪陵烟区土壤养分含量现状以及演变规律,发现该地区的土壤偏酸,有机质含量适中且缓慢上升;全氮含量偏高,碱解氮处于适宜水平;速效磷含量偏高,并处于逐年上升趋势;速效钾含量整体呈现偏高水平,适宜水平所占比例较低,含量呈逐年急剧上升趋势。

4 结论

由于重庆市地形复杂,温度、海拔、降雨、母质、耕作制度等因素的不确定性,导致不同植烟区的土壤养分状况不尽相同。在综合以往年份土壤养分规律的基础上,发现涪陵区土壤肥力总体水平较高,但土壤酸化严重;有机质含量较为适中,并连年缓慢增加;速效氮含量较为适宜,全氮

含量偏高,且有逐年上升的趋势;烟田速效磷含量偏高,较高和极高的比例较大,并处于逐年上升趋势;速效钾含量整体呈现偏高水平且有逐年急剧增高的趋势,且适宜水平所占比例较低(23.96%)。所以,在考虑当地实际情况的基础上,以土壤测试为依据建立施肥分区图,可以做到烟田区域“大配方”养分管理策略。以提高重庆涪陵烟叶质量为核心,制定出与重庆涪陵植烟土壤养分供应和烟草营养需求相匹配的各区域烟草肥料配方,可以做到烟田地块“小调整”养分管理策略,为涪陵烤烟特色优质可持续发展提供科学支撑,同时为烟草的稳健生长和烟叶的持续稳产提供良好的土壤环境。

参考文献:

- [1] 曹志洪. 优质烟叶生产的土壤与施肥[M]. 南京:江苏科学技术出版社,1991:5-40.
- [2] 史瑞和. 植物营养原理[M]. 南京:江苏科学技术出版社,1989:112-156.
- [3] 孙燕,高焕梅,和林涛. 土壤有机质及有机肥对烟草品质的影响[J]. 安徽农业科学,2007,35(20):6160-6162.
- [4] 肖汉乾,罗建新,王国宝,等. 湖南省植烟土壤养分丰缺状况的分析[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版),2003,29(2):150-153.
- [5] 王树会,邵岩,李天福,等. 云南12个地州植烟土壤养分状况与施肥对策[J]. 土壤通报,2006,37(4):684-687.
- [6] 侯云鹏,孔丽丽,李前,等. 不同施肥模式对水稻养分吸收利用及土壤养分平衡的影响[J]. 东北农业科学,2018,43(1):1-8.
- [7] 李晓宁,高明,王子芳. 重庆市植烟土壤肥力数值化综合评价[J]. 西南农业学报,2007,20(1):67-71.
- [8] 杨剑虹,王成林,代亨林. 土壤农化分析与环境监测[M]. 北京:中国大地出版社,2008:26-79.
- [9] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法[M]. 北京:中国农业科学技术出版社,1999:146-185.
- [10] 鲍士旦. 土壤农化分析(第二版)[M]. 北京:农业出版社,1986:40-64.
- [11] 布伦纳J M. 土壤氮素分析法[M]. 北京:农业出版社,1981:208-230.
- [12] 全国土壤普查办公室. 中国土壤普查技术[M]. 北京:农业出版社,1992:85-116.
- [13] 李芳明,王继红,李玲,等. 老参地土壤酸化的研究进展[J]. 吉林农业科学,2015,40(6):59-60.
- [14] 黄武,牟海燕,梁焯,等. 土壤酸化的防护与治理研究进展[J]. 四川化工,2019,22(5):9-13.
- [15] 邓小华,张瑶,田峰,等. 湘西植烟土壤pH和主要养分特征及其相互关系[J]. 土壤,2017,49(1):49-56.
- [16] 钱晓刚. 烟草营养与施肥[M]. 贵阳:贵州科技出版社,1998:58-62.
- [17] 周超,马宝新,刘海燕,等. 增密减氮对嫩单18产量和氮素利用率的影响[J]. 东北农业科学,2019,44(2):7-12.
- [18] 邹加明,单沛祥,李文璧,等. 大理州植烟土壤肥力质量现状与演变趋势[J]. 中国烟草学报,2002,8(4):14-20.
- [19] 戴树桂. 环境化学[M]. 北京:高等教育出版社,1997:301-308.
- [20] 胡国松,郑伟,王震东,等. 烤烟营养原理[M]. 北京:科学出版社,2000:119-125.

(责任编辑:王昱)

(上接第56页)

- [33] Stanford G, Epstein E. Nitrogen mineralization-water relations in soils [J]. Soil Science Society of America Journal, 1974, 38: 289-299.
- [34] 谢青琰,高永恒. 冻融对青藏高原高寒草甸土壤碳氮磷有效性的影响[J]. 水土保持学报,2015,29(1):137-142.
- [35] 吕欣欣,孙海岩,汪景宽,等. 冻融交替对土壤氮素转化及相关微生物学特性的影响[J]. 土壤通报,2016,47(5):1265-1272.
- [36] 王风,韩晓增,李良皓,等. 冻融过程对黑土水稳性团聚体含量影响[J]. 冰川冻土,2009,31(5):915-919.
- [37] Kvarno S H, Oygarden L. The influence of freeze-thaw cycles and soil moisture on aggregate stability of three soils in Norway [J]. Catena, 2006, 67: 175-182.

(责任编辑:王昱)