

宁乡县植烟土壤养分丰缺状况分析

谢鹏飞¹, 邓小华², 何命军¹, 黄松青¹, 张万良¹, 唐春闰¹, 周喜新²

(¹湖南省烟草公司长沙市公司, 长沙 410007; ²湖南农业大学农学院, 长沙 410128)

摘要:为查明宁乡县植烟土壤养分丰缺状况,对宁乡县9个产烟乡镇的154个土壤样品的主要理化性状进行分析。结果表明:全县植烟土壤平均pH 5.79,有机质43.60 g/kg,碱解氮174.38 mg/kg,速效磷19.38 mg/kg,速效钾87.81 mg/kg,交换性镁1.36 cmol/kg,有效硼0.40 mg/kg,有效锌1.74 mg/kg,有效硫28.35 mg/kg。全县植烟土壤pH和有效锌、有效硼、交换性镁含量适宜;有机质、碱解氮含量较高;部分乡镇有效硫、速效磷含量偏高,速效钾供应明显不足。不同植烟乡镇土壤肥力特征有较大的差异。提出降氮、控磷硫、增钾、适当补施微肥的施肥建议。

关键词:植烟土壤;养分;施肥;宁乡县

中图分类号:S572.06

文献标志码:A

论文编号:2010-2626

Analysis of Nutrients in Tobacco Growing Soils of Ningxiang County

Xie Pengfei¹, Deng Xiaohua², He Mingjun¹, Huang Songqing¹,

Zhang Wanliang¹, Tang Chungui¹, Zhou Xixin²

(¹Changsha Tobacco Company of Hunan Province, Changsha 410007; ²Hunan Agricultural University, Changsha 410128)

Abstract: In order to investigate nutrients in tobacco growing soils of Ningxiang county, 154 soil samples were collected and analyzed from 9 tobacco growing towns in Ningxiang county. The results showed that the average soil pH value was 5.79, the average contents of organic matter was 43.60 g/kg, available N was 174.38 mg/kg, available P was 19.38 mg/kg, available K was 87.81 mg/kg, exchangeable Mg was 1.36 cmol/kg, available B was 0.40 mg/kg, available Zn was 1.74 mg/kg, available S was 28.35 mg/kg. The pH value, available Z, available B and exchangeable Mg content were appropriate in tobacco-growing soil of the whole county. The content of organic matter and available N were higher. The content of available S and available P were superfluous in some tobacco-growing areas. The supply of available K was obviously deficient. The soil fertility characteristics had greater difference among different tobacco-growing towns. The fertilization suggestion of decreasing N, controlling P and S, increasing K, proper complementing micro-fertilizer in the tobacco-growing areas of Ningxiang county were recommended.

Key words: tobacco-growing soil; nutrient; fertilization; Ningxiang county

0 引言

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质量^[1-3]。宁乡地处湘中偏北,以丘陵、岗地和平原

为主,属中亚热带过渡的大陆季风湿润区,具有发展优质烤烟生产的优越生态条件。烤烟种植一般采用烟-稻轮作方式,是湖南省主要烟叶产区,目前已成为中国特色优质烟叶开发和整县推进现代烟草农业的主要试点之一。植烟土壤营养诊断是实现平衡施肥技术的关

基金项目:国家烟草专卖局重大科技专项“特色优质烟叶开发”(2010-172)。

第一作者简介:谢鹏飞,男,1971年出生,湖南邵阳人,农艺师,在读硕士生,主要从事烟叶栽培与调制研究、推广工作。通信地址:410007长沙市雨花区芙蓉中路三段269号 湖南省烟草公司长沙市公司, Tel: 0731-85222381, E-mail: xiepengfeixiewu@126.com。

通讯作者:邓小华,男,1965年出生,湖南冷水滩人,教授,博士,主要从事烟草科学与工程技术研究。通信地址:410128长沙市芙蓉区湖南农业大学农学院烟草系, E-mail: yzdxh@163.com。

收稿日期:2010-09-07, **修回日期:**2010-09-28。

键环节^[4-13],近年来,针对宁乡县植烟土壤养分特征的大面积的调查较少,使得烤烟的营养调控和烤烟生产的合理布局缺乏系统的理论依据。因此,查清宁乡县植烟土壤养分丰缺状况并做出科学评价,为更好地制定平衡施肥措施和实现特色优质烟叶生产的区域、技术定位提供科学支撑。

1 材料与方法

1.1 试验时间、地点

研究田间试验于2006年在宁乡县进行,室内试验在长沙市烟草公司进行。

1.2 试验材料

在宁乡县9个植烟乡(镇)采集具有代表性的耕作层土样154个,以村为单位,种植面积在20 hm²以下、20~40 hm²、40 hm²以上的村分别取1、2、3个土样。土壤样品的采集时间均统一选在前茬作物收获后,烟草尚未施用底肥和移栽以前完成,同时避开雨季。取耕层土壤20 cm深度的土样,采用管形不锈钢土钻人工钻取。在同一采样单元内每8~10个点的土样构成1

个0.5 kg左右的混合土样。田间采样登记编号,经过风干、磨细、过筛、混匀等预处理后,装瓶备测定分析用。

1.3 试验方法

1.3.1 土壤养分测定方法 测定方法参照参考文献[5]、[14],具体方法为:pH测定方法为pH计法(水土比为1.0:2.5);有机质含量测定方法为重铬酸钾滴定法;碱解氮含量测定方法为碱解扩散法;速效磷含量采用Olsen法测定;速效钾含量采用乙酸铵浸提-火焰光度法测定;交换性镁含量采用乙酸铵浸提-原子吸收分光光度法测定;有效硫含量采用硫酸钡比浊法测定;有效锌含量采用DTPA浸提-原子吸收分光光度法测定;有效硼含量采用甲亚胺比色法测定。

1.3.2 植烟土壤养分丰缺状况分析方法 在综合分析烟区烟草生产实际和多年烟草施肥试验后,参照罗建新等^[5]建立的湖南省植烟土壤养分丰缺状况5级体系,构建了如表1的土壤养分分级标准用于评价宁乡县植烟土壤养分丰缺状况。数据采用SPSS 12.0、Excel 2003等统计软件包进行统计分析。

表1 宁乡县植烟土壤养分指标等级

等级	pH	有机质/(g/kg)	碱解氮/(mg/kg)	速效磷/(mg/kg)	速效钾/(mg/kg)	有效硫/(mg/kg)	有效硼/(mg/kg)	有效锌/(mg/kg)	交换性镁/(cmol/kg)
极低	<5.00	<15.00	<60.00	<5.00	<80.00	<5.00	<0.15	<0.50	<0.50
低	5.00~5.50	15.00~25.00	60.00~110.00	5.00~10.00	80.00~160.00	5.00~10.00	0.15~0.30	0.50~1.00	0.50~1.00
适宜	5.51~7.00	25.01~35.00	110.01~180.00	10.01~15.00	160.01~240.00	10.01~20.00	0.31~0.60	1.01~2.00	1.01~1.50
高	7.01~7.50	35.01~45.00	180.01~240.00	15.01~20.00	240.01~350.00	20.01~40.00	0.61~1.00	2.01~4.00	1.51~2.80
很高	>7.50	>45.00	>240.00	>20.00	>350.00	>40.00	>1.00	>4.00	>2.80

2 结果与分析

2.1 土壤pH状况

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,还直接将影响烤烟的生长及产量、质量^[15]。宁乡县植烟土壤pH变幅为4.77~7.62,平均值为5.79,变异系数为8.82%。由图1可知,pH处于适宜范围内的样本只占64.94%。由图2可知,9个乡镇植烟土壤pH平均值在5.57~6.09,差异不大,都在适宜范围内;9个乡镇植烟土壤pH适宜样本比例在50.00%~84.62%,以双江口镇比例最高,喻家坳乡比例最低。由此可见,宁乡县植烟土壤基本上呈弱酸性至中性,pH高于7.50和低于5.00的样本所占比例均较少,大部分土壤pH能满足生产优质烟叶的要求。但少部分土壤应适当提高pH,特别是pH在5.00以下的土壤,应采用石灰融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。

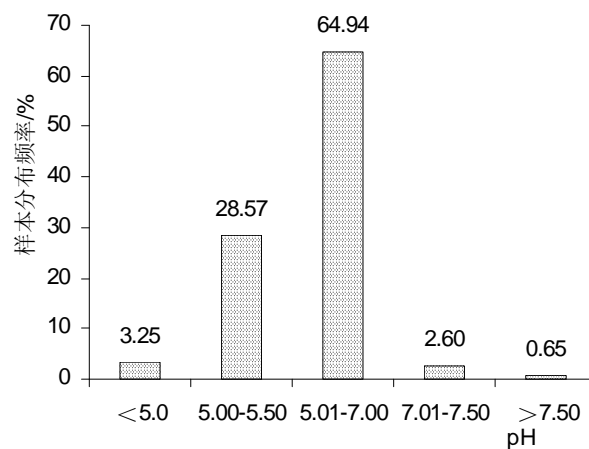


图1 植烟土壤pH分布频率

2.2 土壤有机质含量状况

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,对烟叶质量也有不利影响^[3,16]。宁乡县植烟土壤有机质含量变幅为

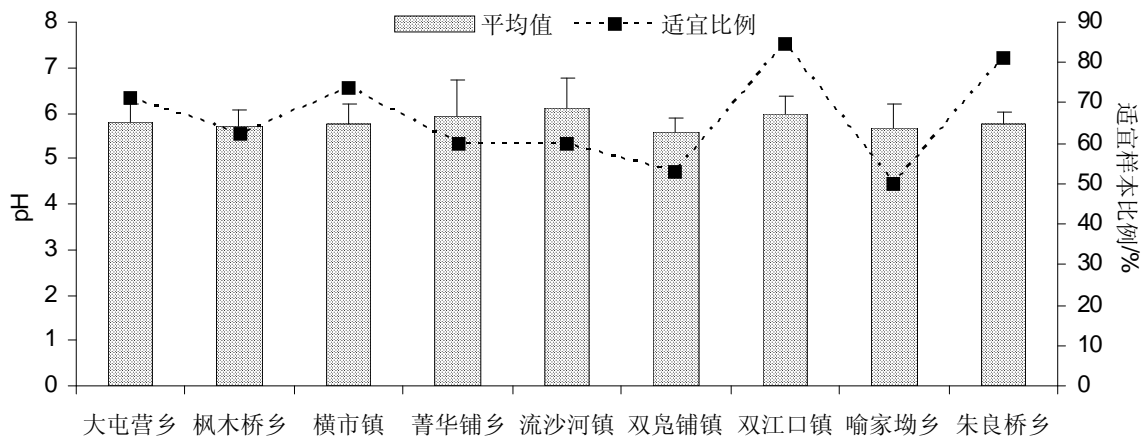


图2 不同乡镇植烟土壤 pH

7.40~73.50 g/kg, 平均含量为 43.60 g/kg, 变异系数为 24.56%。由图3可知, 植烟土壤有机质处于适宜含量范围内的样本占 7.79%。由图4可知, 9个乡镇植烟土壤有机质平均值在 30.90~55.13 g/kg, 除流沙河镇在适宜范围外, 其他乡镇都处于中高水平。9个乡镇植烟土壤有机质适宜样本比例在 0.00%~40.00%, 除流沙河镇、双江口镇、横市镇外, 其他乡镇植烟土壤有机质适宜样本比例都较小。由此可见, 宁乡县植烟土壤有机质含量丰富, 大部分植烟土壤有机质含量偏高。因此,

烟草种植应尽量选择有机质含量中等水平的土壤。针对部分有机质含量丰富的植烟土壤, 应严格控制氮肥的施用。但对个别有机质偏低的植烟土壤, 可在烤烟前茬增施有机肥, 或冬种绿肥, 亦可在烟草种植的当季施用活性有机肥料, 保证土壤有机质不致下降过快以及促进土壤有机质的更新。

2.3 土壤碱解氮含量状况

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、海拔高度、质地、气

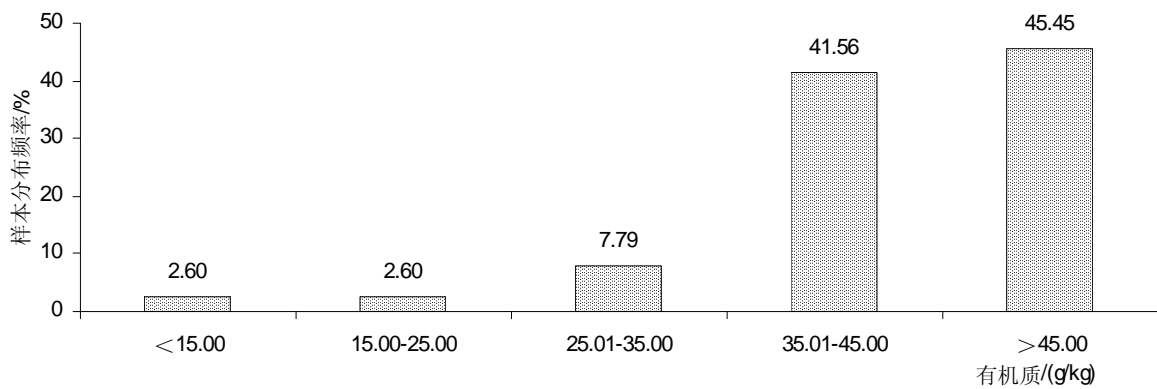


图3 植烟土壤有机质含量分布频率

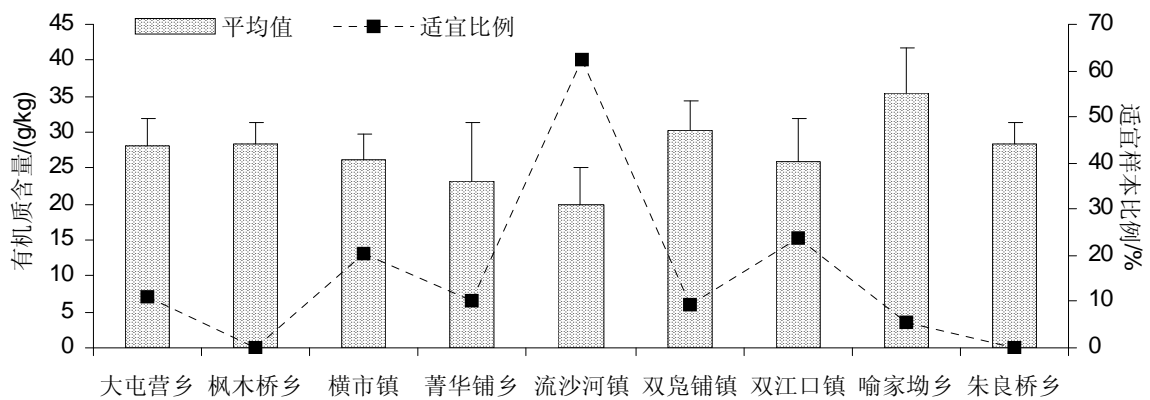


图4 不同乡镇植烟土壤有机质含量

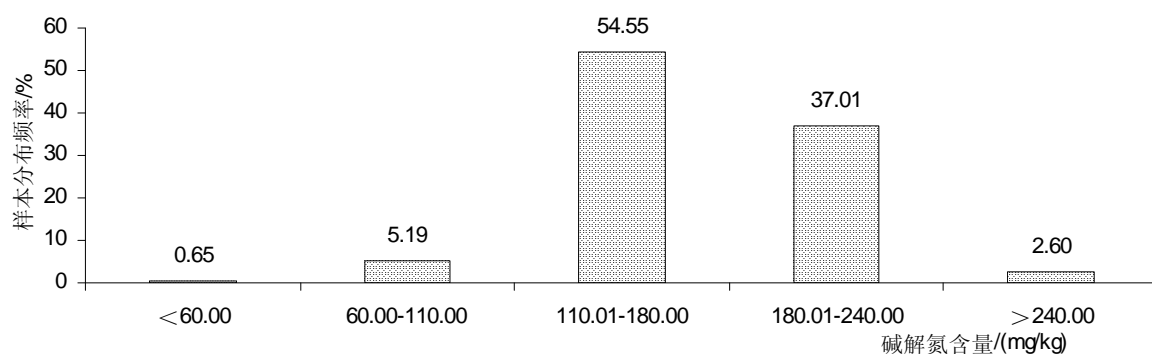


图5 植烟土壤碱解氮含量分布频率

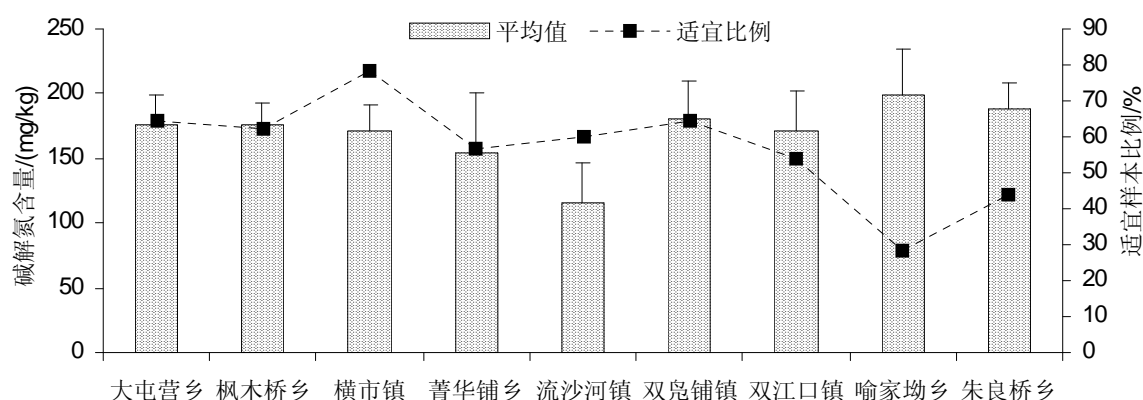


图6 不同乡镇植烟土壤碱解氮含量

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^[14-18]。宁乡县植烟土壤碱解氮含量变幅为48.00~268.00 mg/kg,平均含量为174.38 mg/kg,变异系数为21.02%。由图5可知,植烟土壤碱解氮处于适宜含量范围内的样本占54.55%。由图6可知,9个乡镇植烟土壤碱解氮平均值在115.00~199.57 mg/kg,喻家坳乡和朱良桥乡的植烟土壤碱解氮含量偏高。9个乡镇植烟土壤碱解氮含量适宜样本比例在28.57%~78.26%,乡镇之间差异大。由此可见,宁乡县植烟植烟土壤碱解氮含量处于中等至偏高水平,供氮水平较高。因此,在烤烟生产过程中要因地制宜地控制施氮量,氮肥施用宜早不宜晚,以提高氮肥施用的有效性。

2.4 土壤速效磷含量状况

土壤中的速效磷常作为土壤磷素有效供应指标。宁乡县植烟土壤速效磷含量变幅为0.50~58.30 mg/kg,平均含量为19.38 mg/kg,变异系数为60.04%。由图7可知,植烟土壤速效磷处于适宜含量范围内的样本占38.31%。由图8可知,9个乡镇植烟土壤速效磷平均值在9.48~27.78 mg/kg,乡镇之间差异大,其中,横市镇、双江口镇、菁华铺乡的植烟土壤速效磷含量偏高,双凫铺镇和喻家坳乡的植烟土壤速效磷含量过高,但流沙

河镇的植烟土壤速效磷含量较低。9个乡镇植烟土壤速效磷含量适宜样本比例在17.65%~62.50%,乡镇之间差异大。由此可见,宁乡县植烟土壤速效磷含量基本处于中等偏高的水平,有较大部分植烟土壤速效磷含量过高,要引起足够重视。在烟草生产上,应根据各地土壤类型、土壤供磷能力和土壤速效磷的变异状况,采取针对性地措施,调整配方中磷素比例,少施或适当施用磷肥。特别是植烟稻田的磷肥施用需更为谨慎,

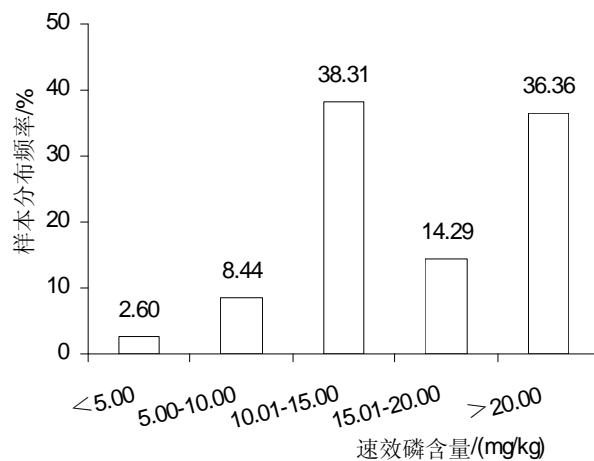


图7 植烟土壤速效磷含量分布频率

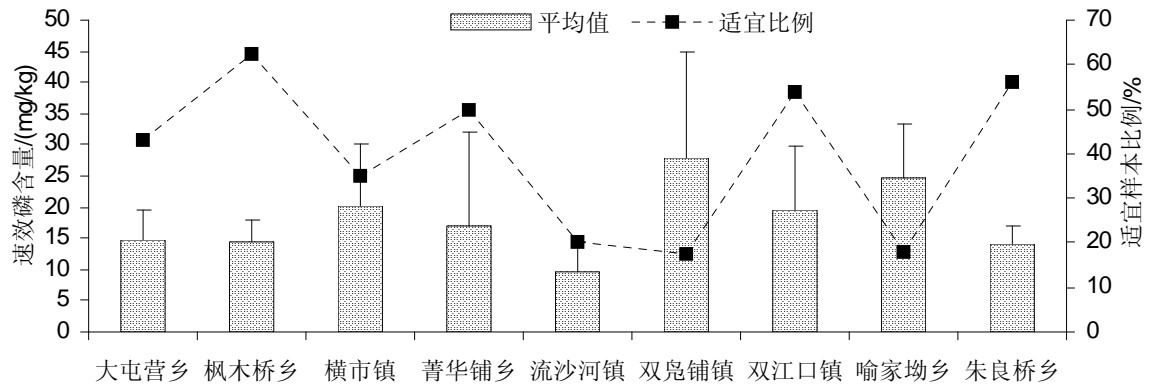


图8 不同乡镇植烟土壤速效磷含量

要避免烟农在当季或轮作季节因价格便宜,盲目大量在稻田施用过磷酸钙、钙镁磷肥等。

2.5 土壤速效钾含量状况

烤烟是典型的喜钾作物,速效钾的供应状况直接影响着烟草的产量和质量^[1-2]。宁乡县植烟土壤速效钾含量变幅为 25.00~260.00 mg/kg, 平均含量为 87.81 mg/kg, 变异系数为 52.89%。由图 9 可知,植烟土壤速效钾处于适宜含量范围内的样本只占 6.49%。由图 10 可知,9 个乡镇植烟土壤速效钾平均值在

32.80~117.13 mg/kg, 都处于较低水平,特别是流沙河镇、枫木桥乡、双江口镇、大屯营乡、朱良桥乡处于极缺乏状态。9 个乡镇植烟土壤速效钾含量适宜样本比例在 0.00%~20.00%, 乡镇之间差异大,除菁华铺乡、喻家坳乡、横市镇以外,其他乡镇都没有在适宜范围内的植烟土壤样本。由此可见,宁乡县植烟土壤的速效钾含量低,大部分植烟土壤速效钾含量处于缺乏或潜在缺乏状态,这种状况可能是由于粘土矿物对钾的固定或钾钙拮抗作用或钾素随水流失所致,也与宁乡县植烟

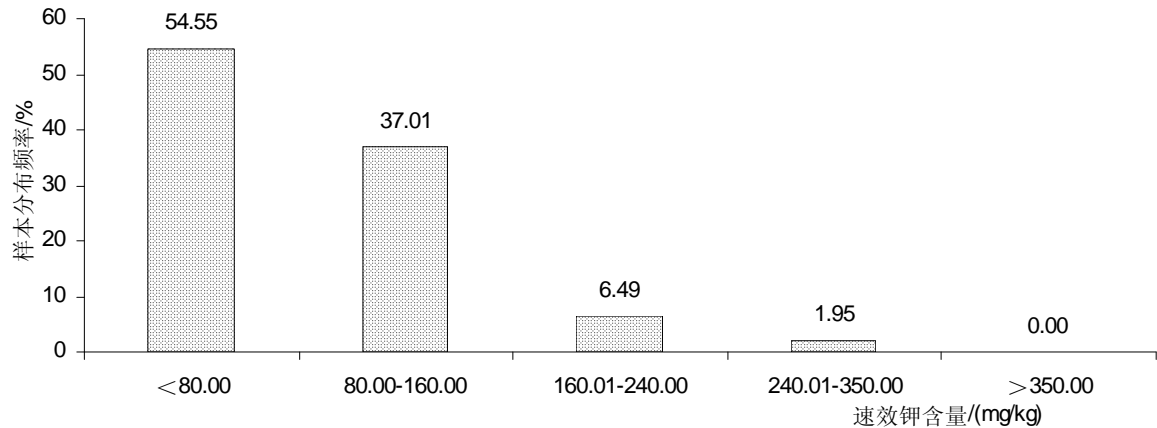


图9 植烟土壤速效钾含量分布频率

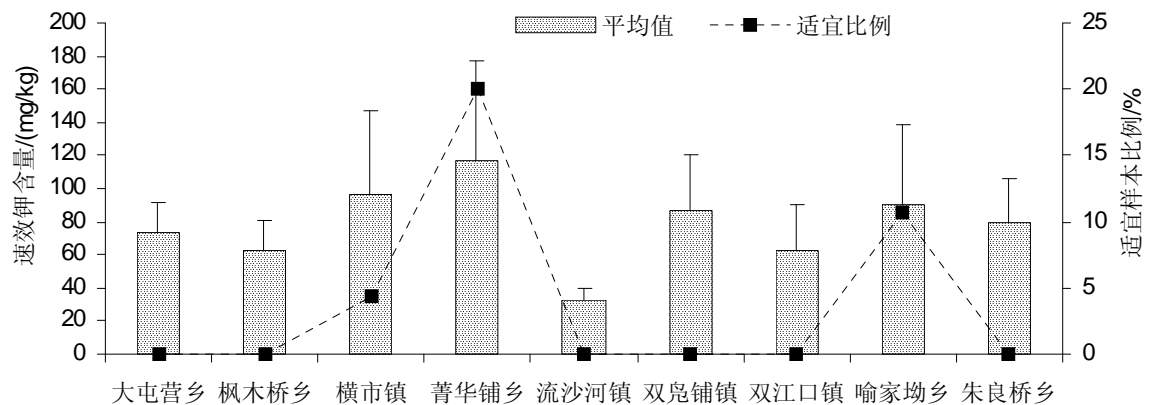


图10 不同乡镇植烟土壤速效钾含量

土壤大多为稻田,杂交水稻的推广从土壤中带走的钾素增加有关。因此,钾素不足是宁乡县植烟土壤面临的主要问题,合理、科学施用钾肥是优质烤烟生产的重要措施。特别是植烟稻田需重施钾肥,才能获得优质烟叶。

2.6 土壤交换性镁含量状况

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^[1-3]。宁乡县植烟土壤交换性镁含量变幅为0.58~2.55 cmol/kg,平均含量为1.36 cmol/kg,变异系数为31.48%。由图11可知,植烟土壤交换性镁处于适宜含量范围内的样本占55.84%。由图12可知,9个乡镇植烟土壤交换性镁平均值在1.20~1.52 cmol/kg,都处于适宜水平。9个乡镇植烟土壤交换性镁含量适宜样本比例在40.00%~82.35%,差异较大。由此可见,宁乡县植烟土壤交换性镁含量丰富。虽然全县多数植烟土壤交换性镁含量较高,单从数量上看并不缺乏,但由于阳离子的拮抗作用,或多或少存在土壤交换性镁

不足及潜在性缺乏的植烟土壤。因此,在钾肥施用,配合镁肥施用,避免因钾和镁的拮抗作用引起烟草缺镁。对于个别有缺镁症状发生烟田,镁补充最好采用叶面喷施硫酸镁水溶液,施用时间在烤烟移栽成活到旺长前期这段时间内为好。

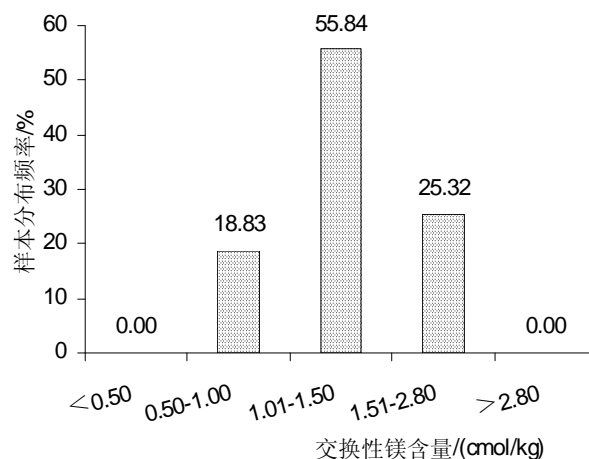


图11 植烟土壤交换性镁含量分布频率

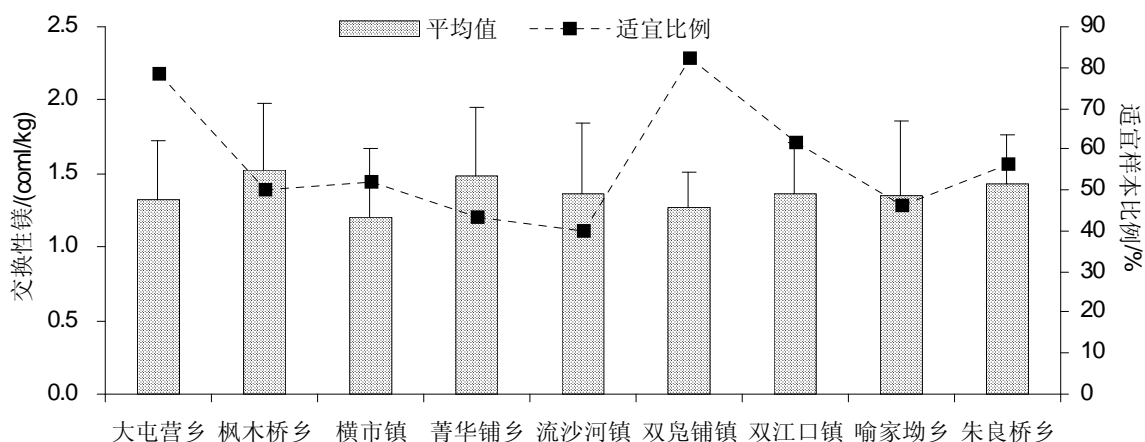


图12 不同乡镇植烟土壤交换性镁含量

2.7 土壤有效硼含量状况

硼是影响烟草正常生长和最终产量、质量的必需微量元素之一。植烟土壤有效硼含量不仅影响烟叶硼含量,还影响烟叶的糖碱比和氮碱比以及其他化学成分的协调性^[1-2,18]。宁乡县植烟土壤有效硼含量变幅为0.13~0.73 mg/kg,平均含量为0.40 mg/kg,变异系数为33.00%。由图13可知,植烟土壤有效硼处于适宜含量范围内的样本占63.64%。由图14可知,9个乡镇植烟土壤有效硼平均值在0.34~0.45 mg/kg,乡镇之间差异不大,都处于适宜水平。9个乡镇植烟土壤有效硼含量适宜样本比例在47.83%~85.71%,差异也不大。由此可见,宁乡县大部分植烟土壤的有效硼含量处于适宜水平,但有部分植烟土壤有效硼处于缺硼或潜在缺

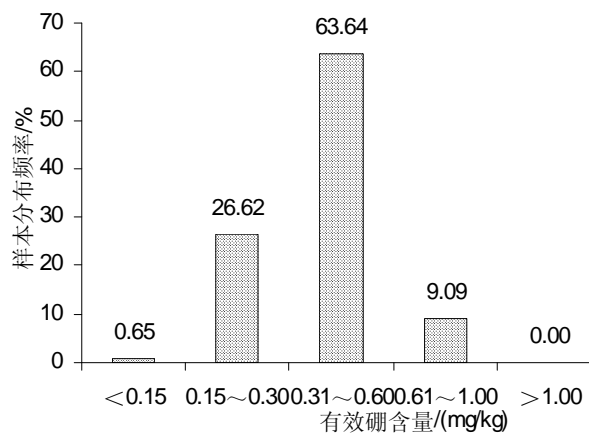


图13 植烟土壤有效硼含量分布频率

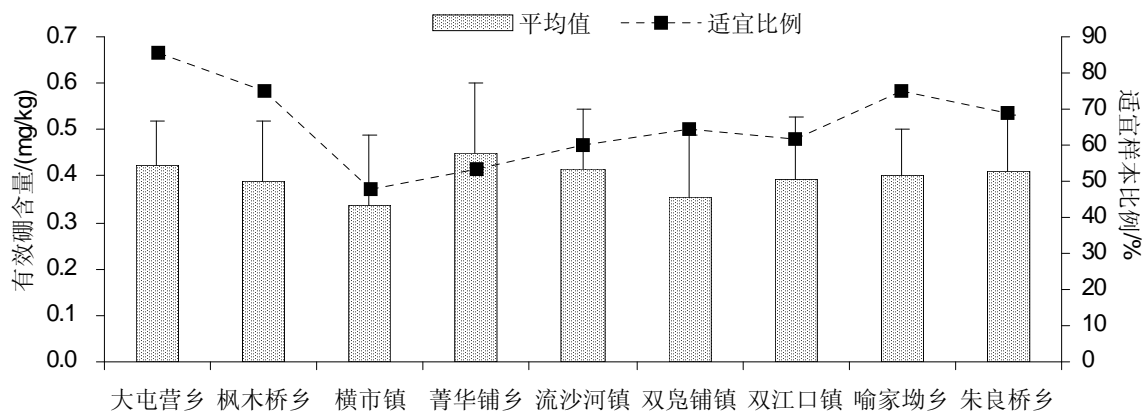


图14 不同乡镇植烟土壤有效硼含量

硼状态。因此,硼肥的施用也不能忽视,在前季没有施用硼肥或施硼量过少的烟田,需注意适当增施硼肥,提高和稳定烟叶质量。

2.8 土壤有效硫含量状况

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^[1-2,19]。宁乡县植烟土壤有效硫含量变幅为 11.76~142.85 mg/kg,平均含量为 28.35 mg/kg,变异系数为 68.43%。由图 15 可知,植烟土壤有效硫处于适宜含量范围内的样本占 33.77%。由图 16 可知,9 个乡镇植烟土壤有效硫平均值在 21.95~37.15 mg/kg,都处于较高水平。9 个乡镇植烟土壤有效硫含量适宜样本比例在 11.76%~53.85%,差异较大。由此可见,宁乡县植烟土壤有效硫含量较高,特别是双凫铺镇、菁华铺乡、大屯营乡的植烟土壤硫含量过高,要引起足够的重视。针对部分植烟土壤硫含量偏高的问题,生产上要合理施用硫酸钾肥,也可有指导地适当施用氯化钾来代替硫酸钾,以达到即满足烤烟对钾的需求又降低土壤中过量硫的积累。

2.9 土壤有效锌含量状况

锌是烟草生长不可缺少的元素,施锌肥不仅可以

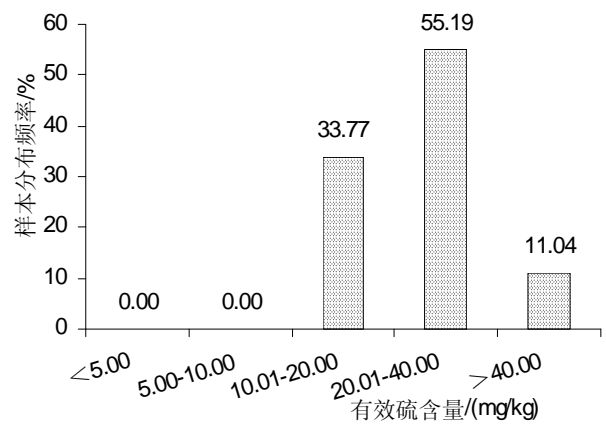


图15 植烟土壤有效硫含量分布频率

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^[1-2,16]。宁乡县植烟土壤有效锌含量变幅为 0.76~2.78 mg/kg,平均含量为 1.74 mg/kg,变异系数为 29.37%。由图 17 可知,植烟土壤有效锌处于适宜含量范围内的样本占 55.19%;低的样本占 9.74%;高的样本占 35.06%。由图 18 可知,9 个乡镇植烟土壤有效锌平均值在 1.55~1.82 mg/kg,乡镇之间差异不大,都处于适宜水平。9 个乡镇植烟土壤有效新

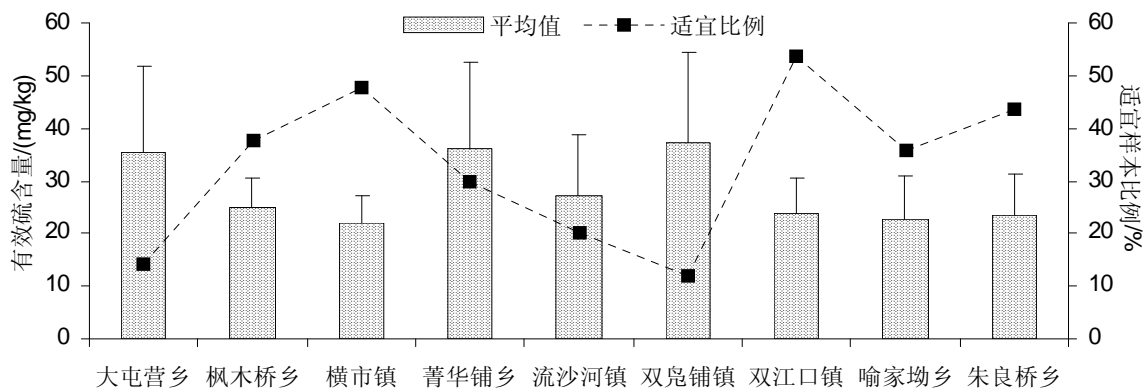


图16 不同乡镇植烟土壤有效硫含量

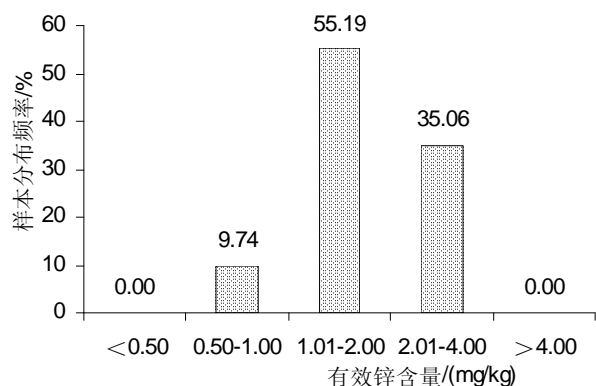


图17 植烟土壤有效锌含量分布频率

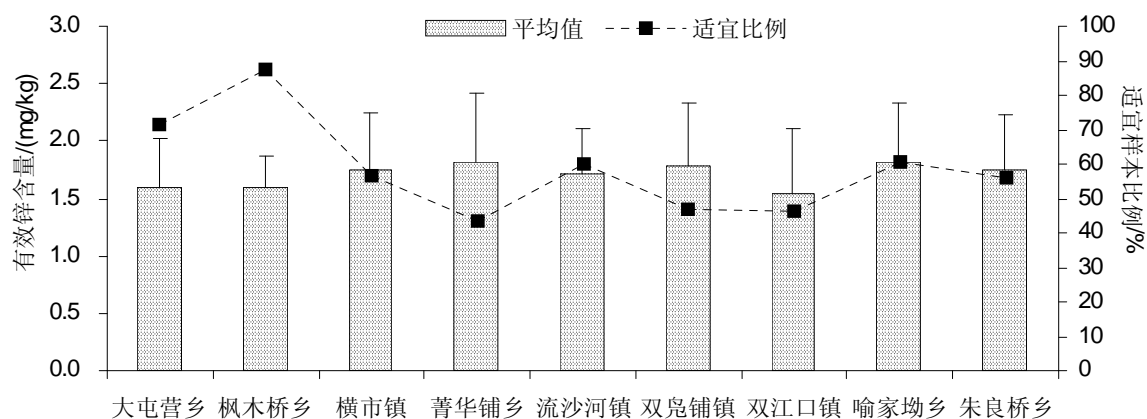


图18 不同乡镇植烟土壤有效锌含量

富,但乡镇之间差异较大。建议对少部分缺磷土壤,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;但对部分磷素含量偏高的植烟土壤,特别是植烟水稻土则需采取控磷措施。④植烟土壤有效钾处于缺乏或极缺乏状态,应重视钾肥施用,特别是在烟叶生长后期。推广“专用肥+硝酸钾”施肥模式,提高钾肥的利用效率;与此同时,加强田间管理,搞好开沟排水工作,减少钾肥流失。⑤植烟土壤交换性镁、有效锌、有效硼等微量元素含量丰富,但不同乡镇的植烟土壤存在不同程度的差异,在烟叶生产过程中须采取有针对性地微肥施用措施。⑥大部分植烟土壤硫含量偏高,应减少含硫肥料的施用。

宁乡县各乡镇的烤烟养分管理应根据植烟土壤养分含量状况,结合当地稻田种植烤烟特点,实施降氮、控磷硫、增钾,适当补施微肥的原则,通过改良植烟土壤,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,促进烟叶生产健康、稳定和可持续发展。

含量适宜样本比例在43.33%~87.50%,差异不大。由此可见,宁乡县植烟土壤有效锌含量适宜,可满足烤烟正常生长发育对锌的需求。

3 结论

①宁乡县植烟土壤呈弱酸性至中性,能满足生产优质烟叶的要求,但少部分pH偏低的植烟土壤需要将土壤酸碱度调至6.50左右较为适宜。②植烟土壤有机质和碱解氮含量较高,一是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;二是通过合理耕作措施来改善土壤生态环境,促进土壤有机质分解和转化,从动态上更新土壤有机质,达到“控氮降碱”的目标。③植烟土壤速效磷含量较丰

4 讨论

(1)烟叶质量与风格的形成是烟草品种基因型和生态环境因素综合作用的结果。烤烟的生长发育以及烟叶最终产量、质量与植烟土壤养分状况有着密切的关系。植烟土壤养分丰缺状况诊断是实现生态平衡施肥的基础工作,它对改进施肥技术,有效地提高烟草肥料利用率,促进烟区烤烟生产整体水平的提高具有十分重要的意义。合理准确的土壤养分状况诊断需要考虑养分的临界范围,笔者尝试通过构建植烟土壤养分丰缺状况5级体系,采用次数分布图、乡镇平均值等形象直观地表达宁乡烟区植烟土壤养分的描述性统计分析结果,有助于充分了解宁乡烟区植烟土壤养分的总体状况。植烟土壤养分丰缺状况5级体系的建构尽管还有一些需不断完善的地方,但在方法上对植烟土壤养分诊断和评价具有一定借鉴意义。

(2)土壤是烟株生长发育过程中营养元素的主要来源。土壤的供肥能力还与气候、水热状况、施肥和经营制度等因素密切相关。笔者仅从土壤养分指标这一侧面对宁乡烟区植烟土壤进行了综合分析,尚存在不

完善和缺乏整体性的缺陷,但从土壤养分丰缺和供应能力方面,对指导该烟区烤烟平衡施肥具有一定的参考价值。

(3)纵观中国烤烟施肥技术,由于在20世纪80年代中期烟田普遍出现“烟株营养不良”现象,技术人员、烟农非常重视烤烟施肥,多数烟区在相当长的时期内,在保证N素充足供应的同时,往往按施N量的1.5~2倍的比例施用P肥,致使到90年代末期,多数地方已出现N、P等养分富集的现象。本研究结果表明宁乡烟区植烟土壤氮、磷丰富,生产中要采取“降氮、控磷”的施肥指导思想,努力提高烟草对所施肥料的有效利用率,作到均衡、充足、经济的科学施肥,以保证烟叶质量的稳定和提高。

参考文献

- [1] 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.
- [2] 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.
- [3] 任四海,徐辰生,孙敬权,等.土壤肥力因子与烤烟品质的关系[J].安徽农业科学,2004,32(2):368-369,390.
- [4] 陈江华,李志宏,刘建利,等.全国主要烟区土壤养分丰缺状况评价[J].中国烟草学报,2004,10(3):14-18.
- [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:自然科学版,2005,31(4):376-380.
- [6] 徐雪芹,陈志燕,周俊,等.湖南邵阳主烟区土壤养分特征分析及施肥对策[J].安徽农业科学,2009,37(5):2071-2074,2128.
- [7] 龚智亮,唐莉娜.福建南平植烟土壤主要养分特征及生产对策[J].中国农学通报,2009,25(16):153-155.
- [8] 黄韡,查宏波,钱文有,等.昭通植烟土壤养分丰缺状况及施肥对策[J].中国农学通报,2010,26(7):128-136.
- [9] 许龙,李忠环,陈荣平,等.昆明市植烟土壤2002—2006年养分状况变化动态分析[J].土壤,2009,41(2):282-287.
- [10] 刘敬珣,刘晓晖,陈长清.湘西烟区土壤肥力状况分析与综合评价[J].中国农学通报,2009,25(2):46-50.
- [11] 唐莉娜,陈顺辉,林祖斌,等.福建烟区土壤中、微量元素丰缺状况及施肥对策[J].中国农学通报,2008,24(10):334-337.
- [12] 何轶,何伟,周冀衡,等.云南施甸烟区植烟土壤养分状况综合评价[J].湖南农业大学学报:自然科学版,2009,35(5):537-541.
- [13] 郑明,周冀衡,李强,等.曲靖烟区植烟土壤主要养分现状分析及施肥对策[J].湖北农业科学,2010,49(4):825-830.
- [14] 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,1999:166-187.
- [15] Tephenson M G, Parker M B. Manganese and soil pH effects on yield and quality of flue-cured tobacco [J].Tobacco Science,1987(31):104.
- [16] 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.
- [17] 张延春,陈治锋,龙怀玉,等.不同氮素形态及比例对烤烟长势、产量及部分品质因素的影响[J].植物营养与肥料学报,2005,11(6):787-792.
- [18] 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.
- [19] 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呼吸质量的影响[J].应用生态学报,2007,18(12):2853-2859.