

# 培肥对烟田土壤化学性质及烟草品质的影响

许静<sup>1a,1b</sup>, 刘海轮<sup>1b,2</sup>, 和文祥<sup>1b</sup>, 邢少峰<sup>1a,1b</sup>, 高亚军<sup>1b</sup>, 邓小成<sup>3</sup>

(1 西北农林科技大学 a 生命科学学院, b 资源环境学院, 陕西 杨凌 712100;

2 陕西省烟草公司, 陕西 西安 710061; 3 陕西省陇县烟草公司, 陕西 陇县 721200)

**【摘要】**【目的】针对烟田连作中土壤肥力下降、烟叶品质降低的问题, 研究不同培肥措施对烟田土壤和烟草品质的影响, 从中筛选最佳培肥模式, 为陕西渭北旱塬地区烤烟生产提供依据。【方法】于2008年在陕西陇县以秦烟96为供试材料, 以不施肥为对照, 测定不同培肥措施(化肥、烟草专用肥、有机肥、有机肥+化肥)下烟田土壤化学性质、烟株农艺性状、烟叶品质的变化, 并对土壤化学性质与烟株农艺性状和烟叶品质的相关性进行分析。【结果】有机肥+化肥处理的烟田土壤化学性质得到较大改善, 有机质含量增幅达到38.3%, 烟株长势好, 增加了烟株的株高、叶数、茎围、节距、最大叶长和最大叶宽, 提升了烟叶品质。相关分析表明, 培肥后土壤的有机质、碱解氮、速效磷含量与烟草农艺性状各项指标呈显著或极显著正相关, 土壤速效钾含量与烟叶烟碱、氮、钾含量呈显著或极显著正相关。【结论】烟田培肥不仅提高了土壤肥力, 而且改善了烟草品质, 其中有机肥+化肥是研究区烟田土壤较优的培肥模式; 提高土壤速效钾含量是提升烟叶钾含量和烟叶品质的主要措施之一。

**【关键词】** 培肥; 土壤化学性质; 农艺性状; 烟叶品质

**【中图分类号】** S572.06

**【文献标识码】** A

**【文章编号】** 1671-9387(2010)04-0086-05

## Effects of soil fertilization on soil chemical properties and tobacco quality

XU Jing<sup>1a,1b</sup>, LIU Hai-lun<sup>1b,2</sup>, HE Wen-xiang<sup>1b</sup>, XING Shao-feng<sup>1a,1b</sup>,  
GAO Ya-jun<sup>1b</sup>, DENG Xiao-cheng<sup>3</sup>

(1 a Colleague of life science, b Colleague of Resources And Environment, Northwest A&F University,  
Yangling, Shaanxi 712100, China; 2 Tobacco Company of Shaanxi Province, Xi'an, Shaanxi 710061, China;

3 Tobacco Company of Long City, Longxian, Shaanxi 721200, China)

**Abstract:** 【Objective】 In view of the decrease in tobacco quality and soil fertility in continuous cropping tobacco field, we studied the effect of fertilization on soil and tobacco qualities, and selected the optimum fertilization model to provide evidence for flue-cured tobacco production in Weibei dryland of Shaanxi province. 【Method】 With Qinyan96 as the tobacco species tested in Longxian Shaanxi province in 2008, and no fertilizer as control treatment, the agronomical character and the quality of tobacco, soil physico-chemical properties of different fertilizing steps (chemical fertilizer, tobacco-specific fertilizer, organic manure, organic manure and chemical fertilizer) were analyzed, meanwhile the data were finished by the correlation and differential analysis. 【Result】 The agronomical character of tobacco, soil fertility and quality of tobacco after applying organic manure+chemical fertilizer was improved. The organic matter increased to 38.3%, the quality of tobacco was improved because the tobacco height, leaf numbers, stem girth, knot length, maxi-

\* [收稿日期] 2009-10-12

[基金项目] 陕西省烟草专卖局科技重大专项“陕西省基本烟田综合治理工程”; 农业部公益性行业(农业)科研专项(200803029-13); 西北农林科技大学青年学术骨干人才支持计划项目

[作者简介] 许静(1983-), 女, 山西阳泉人, 在读硕士, 主要从事烟田培肥研究。E-mail: jin8264064@126.com

[通信作者] 和文祥(1968-), 男, 陕西黄龙人, 教授, 博士, 博士生导师, 主要从事土壤生物化学研究。

E-mail: wxhe1968@163.com

mum leaf length and maximum leaf width were increased. There were significant or remarkably significant positive correlations between organic, alkali N, available P of soils and agronomical characters of tobaccos, and the same to the available K in soil and nicotine, nitrogen and potassi in tobacco. 【Conclusion】 Soil fertility and tobacco quality were synchronized after applying fertilizers, and organic manure + chemical fertilizer is a better fertilizing model in Shaanxi Province. Soil available K is one of the major ways to improve tobacco quality.

**Key words:** fertilizer; soil chemical property; agronomical character of tobacco; quality of tobacco

烟草是重要的经济作物,我国烟草种植面积和总产量均居世界第一位,其税收和利润占国家财政收入的10%左右,为国民经济的快速发展做出了重要贡献<sup>[1]</sup>。近年来,由于人多地少的矛盾日益突出,烟田连作严重,倒茬休养困难,以致烟田土壤肥力降低,烟草生产受到了潜在威胁。因此,开展烟田土壤的培肥研究具有重要意义。目前,有关培肥措施对烟田土壤性质或烟草品质的研究较多,获得了一些有价值的结论<sup>[2-6]</sup>,但鲜见培肥后土壤性质与烟草性状及品质关系的研究报道。同时由于不同区域土壤性质差别较大,导致培肥效果差异明显,而有关西北特别是陕西渭北烟田土壤培肥的报道尚不多见。为此,本研究在陕西陇县采用田间试验,分析不同培肥措施对烟田土壤化学性质、烟株农艺性状和烟草品质的影响,并对土壤化学性质与烟株农艺性状和烟草品质的相关性进行分析,进而筛选出本地区烟田的最佳培肥模式,为陕西渭北旱塬地区烤烟生产提供理论依据和技术支撑。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

1.1.1 供试烤烟 烤烟品种为秦烟96,由陕西省

陇县烟草公司提供。

1.1.2 供试地概况 试验于2008年5—9月进行,试验地设在陕西省宝鸡市陇县李家河乡(N34°59.820',E106°51.563'),海拔1 023 m,地势平坦。当地5月至9月中旬的平均气温为20.1℃,总降水量259.1 mm,日照842.8 h;气温适宜,日照充足,适宜烤烟栽培。栽前试验地土壤的基本化学性质为:有机质20.00 g/kg,碱解氮68.43 mg/kg,速效磷18.15 mg/kg,速效钾291.21 mg/kg,pH 7.81。

### 1.2 试验方案

试验共设5个施肥处理(表1)。其中有机肥、氮肥和钾肥分别施用的是鸡粪(已腐熟)、尿素和硫酸钾;烟草专用肥由陇县烟草公司提供,肥料的 $m(\text{N}) : m(\text{P}_2\text{O}_5) : m(\text{K}_2\text{O}) = 10 : 10 : 20$ 。所有肥料均作为基肥一次性施入,施肥方法采用条施,即起垄前按烟苗栽植行开5~10 cm浅沟,将肥料均匀撒在沟内,翻土覆盖成垄。每处理3次重复,小区面积 $6\text{ m} \times 6\text{ m} = 36\text{ m}^2$ ,中间有1 m隔离带。共15个小区,随机排列。烤烟行距1.2 m,株距0.55 m,密度15 150株/hm<sup>2</sup>。

表1 烟田的培肥方案

Table 1 The project of different fertilizations

处理 Treatment	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
对照 CK	0	0	0
化肥 Chemical fertilizer	66.9	0	133.8
烟草专用肥 Tobacco-specific fertilizer	75	75	150
有机肥 Organic manure	97.8	92.4	51
有机肥+化肥 Organic manure and chemical fertilizer	97.8(有机肥 Organic manure)+ 66.9(化肥 Chemical fertilizer)	92.4(有机肥 Organic manure)	51(有机肥 Organic manure)+ 133.8(化肥 Chemical fertilizer)

### 1.3 田间管理

采用格盘育苗,烟草的移栽、田间管理和病虫害防治措施按优质烟叶生产技术规范进行<sup>[7]</sup>。

### 1.4 测定项目与方法

1.4.1 土壤化学性质 在烤烟种植前以及烟叶收获后,分小区采集烟田垄上0~20 cm土层土样,混

匀,风干过筛,采用常规方法测定土壤有机质、碱解氮、速效磷和速效钾含量<sup>[8]</sup>。

1.4.2 烟株农艺性状 烤烟打顶后,按照国家标准<sup>[9]</sup>进行田间调查,测量烟株的株高、叶数、茎围、节距、最大叶长和最大叶宽。

1.4.3 烟草品质 取烤后中部烟叶,测定烟碱、氮、

钾、总糖、还原糖和氯离子含量<sup>[1,8]</sup>。

### 1.5 数据处理

采用 EXCEL 和 DPS 6.55 软件,对数据进行相关性和差异显著性分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 培肥对烟田土壤化学性质的影响

由表 2 可以看出,培肥对土壤肥力有显著影响。对土壤有机质而言,不同培肥措施的效果为有机肥+化肥>有机肥>化肥>烟草专用肥>对照,且各处理间差异均达显著水平( $P<0.05$ ),其中有机肥+化肥处理的有机质含量比对照高 38.3%,说明有机肥对土壤有机质的提高贡献最大;而化肥处理的有机质含量增幅较小。各处理土样有机质含量差异较大的原因可能是供试土壤是在烟叶收获后的 10 月采集的,有机肥(鸡粪,6 000 kg/hm<sup>2</sup>)直接条施在烟垄上,烟苗需经 5 个月完成生长,大多数有机物未消耗完仍然存留在烟垄上,而土样采集是在烟垄上完成;此外烟草生长过程中也会在土壤中分泌

一些有机物质<sup>[10-12]</sup>。有机肥+化肥处理的碱解氮、速效磷、速效钾含量均显著高于其他处理,增幅分别为 7.6%~30.7%,10.3~129.6%,17.8~79.7%。除对照外,化肥、烟草专用肥、有机肥处理间碱解氮含量差异不显著,这可能是由于以上各处理均施用了一定量的氮肥所致,而其中施氮量最高的有机肥+化肥处理的碱解氮含量较高。表明土壤中碱解氮含量与施氮量关系密切。各处理土壤速效磷含量总体上与施磷量的变化一致,即土壤中速效磷含量随施磷量的增加而增大。土壤中的速效钾含量直接关系到烟草中的钾含量,对烟草品质有重要影响。5 个处理的土壤速效钾含量为有机肥+化肥>烟草专用肥>化肥>有机肥>对照,各处理间差异均达显著水平。表明在一定程度上,多施用钾肥是解决烟草缺钾的有效途径之一。相关分析表明,土壤有机质含量与碱解氮含量的相关系数为 0.981\*\*,碱解氮含量与速效磷含量的相关系数为 0.918\*,均达到显著或极显著正相关,揭示出土壤中养分的消长变化是一致的。

表 2 不同培肥措施对烟田土壤化学性质的影响

Table 2 Soil chemical properties affected by different fertilizations

处理 Treatment	有机质/ (g·kg <sup>-1</sup> ) Organic matter	碱解氮/ (mg·kg <sup>-1</sup> ) Alkal N	速效磷/ (mg·kg <sup>-1</sup> ) Avail P	速效钾/ (mg·kg <sup>-1</sup> ) Avail K
对照 CK	16.79 e	63.34 c	18.54 e	315.69 e
化肥 Chemical fertilizer	19.89 c	72.44 b	24.25 d	429.41 c
烟草专用肥 Tobacco-specific fertilizer	18.39 d	71.16 b	32.97 c	481.43 b
有机肥 Organic manure	21.63 b	76.99 ab	38.59 b	352.41 d
有机肥+化肥 Organic manure and chemical fertilizer	23.23 a	82.81 a	42.57 a	567.11 a

注:同列数据后标不同小写字母者表示差异显著( $P<0.05$ )。下表同。

Note: Within the same column, different superscripts are significantly different ( $P<0.05$ ). The following table is the same.

### 2.2 培肥对烟株农艺性状的影响

烟株农艺性状是决定烟草产量的重要因素之一。由表 3 可以看出,除茎围和节距外,有机肥+化肥处理的株高、叶数、最大叶长、最大叶宽均显著高于其他处理。除了最大叶宽外,化肥、烟草专用肥、

有机肥处理的株高、叶数、茎围、节距、最大叶长差异均不显著。与对照相比,所有施肥处理对烟株的株高、叶片数等指标均有一定程度的提高,促进了烟株的生长发育。

表 3 不同培肥措施对烟株农艺性状的影响

Table 3 Effects of different fertilizations on agronomical character of tobacco

处理 Treatment	株高/cm Plant height	叶数 Leaf numbers per plant	茎围/cm Stem girth	节距/cm Knot length	最大叶长/cm Maximum leaf length	最大叶宽/cm Maximum leaf width
对照 CK	139.67 b	17.50 c	6.00 c	4.75 c	58.00 b	25.50 d
化肥 Chemical fertilizer	154.67 b	21.50 b	8.50 b	6.75 bc	69.00 b	30.00 cd
烟草专用肥 Tobacco-specific fertilizer	157.67 b	21.00 b	8.00 b	7.00 bc	70.50 b	34.00 bc
有机肥 Organic manure	160.33 b	21.50 b	9.50 ab	7.50 ab	70.50 b	36.00 b
有机肥+化肥 Organic manure and chemical fertilizer	186.00 a	26.00 a	11.00 a	9.75 a	86.50 a	42.50 a

从土壤化学性质与烟株农艺性状的相关分析结果(表4)可以看出,有机质、碱解氮、速效磷含量与烟株农艺性状的各项指标总体上均呈显著或极显著正相关,即土壤中有有机质、碱解氮、速效磷含量越高,

烟株的长势越好。速效钾含量与烟株农艺性状各项指标的相关性均不显著,即钾对烟株生长发育的影响小于有机质、碱解氮、速效磷。

表4 烟田土壤化学性质与烟株农艺性状的相关分析( $n=3$ )

Table 4 Correlation coefficients between soil physic-chemical properties and agronomical character of tobacco ( $n=3$ )

项目 Item	有机质 Organic matter	碱解氮 Alkal N	速效磷 Avail P	速效钾 Avail K
株高 Plant height	0.90*	0.95*	0.88*	0.85
叶数 Number of leaves	0.91*	0.96**	0.84	0.86
茎围 Stem girth	0.98**	1.00**	0.90*	0.71
节距 Knot length	0.93*	0.98**	0.91*	0.83
最大叶长 Maximum leaf length	0.82	0.89*	0.92*	0.81
最大叶宽 Maximum leaf width	0.90*	0.95*	0.97**	0.77

注:\*表示两者之间在 $P<0.05$ 水平显著相关;\*\*表示两者之间在 $P<0.01$ 水平极显著相关。表6同。

Note: \* Means significant correlation at  $P<0.05$ , and \*\* means remarkably significant correlation at  $P<0.01$ . The table 6 is the same.

### 2.3 培肥对烟草品质的影响

烟叶化学成分水平的高低是烟草品质优劣的重要指标。从表5可以看出,与对照相比,培肥提高了烟叶的烟碱含量,其中有机肥+化肥处理的烟碱含量最高,达17.9 g/kg;化肥、烟草专用肥、有机肥处理次之,为15.1~16.1 g/kg,且三者间差异不显著。烟草中,烟碱的适宜含量为15~35 g/kg,最适含量20 g/kg左右<sup>[1]</sup>。由此可知本地区烟叶的烟碱含量较低,而烟碱含量过低则抽吸起来劲头小,吸食淡而无味,商品性差,因此本地区烟叶的烟碱含量还

需进一步提高。

与对照相比,各施肥处理烟叶的氮含量均显著提高,其中除了化肥与烟草专用肥差异不显著外,其他处理差异均达显著水平,表明培肥加速了土壤和烟草的氮代谢。5个处理中,有机肥+化肥处理氮含量最高,其次为化肥和烟草专用肥处理(表5)。按照前人研究结果可知,烟叶适宜氮含量为15~35 g/kg,最适含量25 g/kg左右<sup>[13]</sup>,可见本地区烟草中的氮含量较低,还需进一步提高。

表5 不同培肥措施对烟草品质的影响

Table 5 Effects of different fertilizations on quality of tobacco

处理 Treatment	烟碱/ (g·kg <sup>-1</sup> ) Nicotine	氮/ (g·kg <sup>-1</sup> ) Nitrogen	钾/ (g·kg <sup>-1</sup> ) Potassium	氯/ (g·kg <sup>-1</sup> ) Chlorine	总糖/ (g·kg <sup>-1</sup> ) Total sugar	还原糖/ (g·kg <sup>-1</sup> ) Reducing sugar	氮/烟碱 Nitrogen/ nicotine	糖/烟碱 Total sugar/ nicotine	钾/氯 K/Cl
对照 CK	12.9 c	10.5 d	10.0 c	1.2 a	289.4 b	253.4 d	0.81	22.43	8.33
化肥 Chemical fertilizer	16.1 b	14.0 b	11.6 b	1.2 a	295.9 b	254.2 d	0.87	18.38	9.67
烟草专用肥 Tobacco- specific fertilizer	16.1 b	14.0 b	11.6 b	1.2 a	302.5 ab	259.7 b	0.87	18.79	9.67
有机肥 Organic manure	15.1 b	11.7 c	10.8 bc	1.2 a	298.3 b	257.6 c	0.77	19.75	9.00
有机肥+化肥 Organic manure+ chemical fertilizer	17.9 a	15.8 a	14.1 a	1.4 a	322.5 a	279.8 a	0.88	18.02	10.07

钾含量关系到烟叶的燃烧性和吸湿性以及烟叶颜色等,是烟草优质与否的最重要指标之一。国际上普遍认为,优质烤烟烟叶钾含量为20 g/kg以上<sup>[1]</sup>,但是我国烟区钾含量一直徘徊在15 g/kg左右,本试验中烟草的钾含量为10.0~14.1 g/kg(表5),低于国际标准。从表5可以看出,有机肥+化肥处理的烟叶钾含量显著高于其他处理。化肥、烟草专用肥、有机肥处理间钾含量差异不显著。4种施肥处理中,除有机肥处理外,其他处理的钾含量均显

著高于对照。可见在北方土壤上,如何提高烟草钾含量仍将是北方烟草行业面临的主要研究内容之一。

氯被认为是阻燃因素,它通过减少钾的有机酸盐而间接影响燃烧性。从表5可以看出,培肥措施对烟草中的氯含量影响较小,与对照差异均未达到显著水平,说明不同培肥措施对烟叶中氯含量的影响不显著。

总糖是决定烟气醇和度的主要因素,总糖含量

低能引起刺呛的吸味。不同培肥处理的总糖含量为有机肥+化肥>烟草专用肥>有机肥>化肥>对照,其中有机肥+化肥处理与其他处理(除了烟草专用肥)的差异均达显著水平。5个处理还原糖含量的排序与总糖含量一致,除化肥处理与对照外,其他处理的差异均达显著水平。由此可见,不同施肥处理对烟叶的总糖和还原糖含量均有影响,且表现的规律较一致。

氮碱比(氮/烟碱)和糖碱比(糖/烟碱)是评价烟草内在化学品质协调性的指标。氮碱比为0.8~0.9、糖碱比为10时,烟草内在品质比较协调,烟草的香吃味比较好<sup>[1]</sup>。由表5可以看出,有机肥+化

肥处理的氮碱比和糖碱比均最接近适宜值,说明该处理烟叶的内在品质优于其他处理。

钾氯比(钾/氯)是表征烟叶燃烧性简单可靠的又一指标,其值 $\geq 4$ 为宜<sup>[1]</sup>。不同处理的钾氯比为有机肥+化肥>烟草专用肥、化肥>有机肥>对照,说明有机肥+化肥处理的燃烧性最好。

从表6可以看出,速效钾含量与烤烟叶片中的烟碱、氮、钾含量呈显著或极显著正相关,表明土壤中的速效钾含量在一定范围内能够有效增加烟叶中烟碱、氮、钾的含量,能提升烟草的品质。有机质、碱解氮、速效磷含量与烤烟品质无显著的相关性,对烤烟的品质影响不大。

表6 烟田土壤化学性质与烟草品质的相关分析

Table 6 Correlation coefficients between soil chemical properties and quality of tobacco leaves

项目 Item	有机质 Organic matter	碱解氮 Alkal N	速效磷 Avail P	速效钾 Avail K
烟碱 Nicotine	0.77	0.86	0.74	0.94*
氮 Nitrogen	0.62	0.72	0.58	0.97**
钾 Potassium	0.76	0.83	0.70	0.95*
氯 Chlorine	0.71	0.73	0.63	0.77
总糖 Total sugar	0.74	0.80	0.76	0.84
还原糖 Reducing sugar	0.75	0.80	0.76	0.83

### 3 结 论

本研究中,4种培肥模式对烟田土壤肥力和烟叶品质均有提高,其中有机肥+化肥处理有效地提高了土壤有机质、碱解氮、速效磷、速效钾的含量,促进了烟株的生长发育,使烟叶的各化学成分趋于协调,提高了烟叶的品质,为最优的培肥模式。此外,土壤有机质、碱解氮、速效磷含量与烤烟农艺性状的各项指标均呈显著或极显著正相关,表明培肥后土壤性质与烟株生长的变化是同步的;土壤中速效钾含量与烤烟叶片的烟碱、氮、钾含量呈显著或极显著正相关,反映出其对烤烟品质有重要的作用,说明施入肥料后改善了土壤的理化性质,促进了烟株的生长发育,合理调控了烟株营养,增强了烟叶内在化学成分的协调性,提高了烟叶的品质。

#### [参考文献]

- [1] 王瑞新. 烟草化学 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2003.  
Wang R X. Tobacco chemistry [M]. Beijing: China Agriculture Press, 2003. (in Chinese)
- [2] 郭群召, 吴学巧, 黄平俊. 饼肥对土壤性状、烤烟生长及烟叶品质的影响 [J]. 中国土壤与肥料, 2007(6): 68-70.  
Guo Q Z, Wu X Q, Huang P J. Effects of rapeseeds cake on soil characteristics, growing of tobacco plants and quality of tobacco leaf [J]. Soil and Fertilizer Sciences in China, 2007(6): 68-70. (in Chinese)

- [3] 李宏光, 赵正雄, 杨 勇, 等. 施肥量对烟田土壤氮素供应及烟叶产质量的影响 [J]. 西南师范大学学报: 自然科学版, 2007, 32(4): 37-42.

Li H G, Zhao Z X, Yang Y, et al. Effect of different fertilization rate on mineral nitrogen supply of soil leaf yield and quality of flue-cured tobacco [J]. Journal of Southwest China Normal University: Natural Science Edition, 2007, 32(4): 37-42. (in Chinese)

- [4] 刘国顺, 刘韶松, 贾新成, 等. 烟田施用有机肥对土壤理化性状和烟叶香气成分含量的影响 [J]. 中国烟草学报, 2005, 11(3): 29-33.

Liu G S, Liu S S, Jia X C, et al. Influence of physico-chemical property of soil and the tobacco aroma composition by using organic fertilizer in the tobacco farmland [J]. Acta Tabacaria Sinica, 2005, 11(3): 29-33. (in Chinese)

- [5] 王 岩, 刘国顺. 不同种类有机肥对烤烟生长及其品质的影响 [J]. 河南农业科学, 2006(2): 81-84.

Wang Y, Liu G S. Effects of different organic manures on the growth and quality of tobacco [J]. Journal of Henan Agricultural Sciences, 2006(2): 81-84. (in Chinese)

- [6] 郭群召, 吴学巧. 烟田施用菜籽饼肥对土壤酶活性及烟叶质量的影响 [J]. 中国农学通报, 2006, 22(12): 380-382.

Guo Q Z, Wu X Q. Effects of applying rapeseeds cake in different soil on activity of soil enzymes, agriculture characteristics of tobacco plants and quality of tobacco leaf [J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2006, 22(12): 380-382. (in Chinese)