

# 不同生物有机肥与复合肥配施对红河砂壤土烤烟品质的影响

李锐<sup>1</sup>,朱文桥<sup>1</sup>,李刚<sup>1</sup>,童耀民<sup>1</sup>,张静<sup>1</sup>,李艳<sup>1</sup>,龙云生<sup>1</sup>,李海芳<sup>1</sup>,刘云辉<sup>1</sup>,张国福<sup>1</sup>,蒋玉华<sup>1</sup>,张雪辉<sup>1</sup>,罗涵宇<sup>2\*</sup>  
(1. 云南省烟草公司红河州公司,云南弥勒 652300;2. 云南瑞升烟草技术(集团)有限公司,云南昆明 650106)

**摘要** [目的]为探索沙壤土植烟地区较适宜的施肥方法。[方法]对云南省红河州建水县砂壤土的烤烟 K326 品种进行了不同有机无机配方施肥试验研究。[结果]有机肥的施用能够提高烟叶厚度、叶面密度和填充值,提升烟叶的外观品质,其中烟叶长度和油分提升尤为明显;有机肥有利于降低烟叶总氮和烟碱含量,提高钾元素和氯元素含量,使烟叶的化学成分更为协调;有机肥的施用在不同程度上提高了烟叶总糖、还原糖的含量,有利于提高烟叶内在品质;有机肥的施用提高了烟叶的感官品质,使得烟叶香气质柔和、细腻,烟气浓度高,口感纯净,刺激性小。[结论]有机无机配方施肥比例为 85% 复合肥与 15% 生物肥 2 号的配比最适于当地砂壤土生产优质烟叶。  
**关键词** 有机无机配方施肥;砂壤土;烤烟;烟叶品质  
**中图分类号** S14 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2015)24-066-05

**Effects of Organic and Inorganic Fertilization on Quality of Flue-cured Tobacco Leaves in Sandy Loam**  
**LI Rui<sup>1</sup>, ZHU Wen-qiao<sup>1</sup>, LI Gang<sup>1</sup>, LUO Han-yu<sup>2\*</sup> et al** (1. Yunnan Provincial Tobacco Company Honghe Company, Mile, Yunnan 652300;2. Yunnan Reascend Tobacco Technology(Group). Co., LTD, Kunming, Yunnan 650106)

**Abstract** [Objective] The research aimed to explore the suitable method of fertilization in sandy loam. [Method] Effects of organic and inorganic fertilization on the quality of the flue-cured tobacco K326 which was planted on sandy loam were studied. [Result] The leaf thickness was increased by organic fertilizer, as well as leaf density and filling value. The appearance quality of tobacco leaves was improved, especially the blade length and oil. Total nitrogen and nicotine content were decreased while potassium and chlorine were decreased so that chemical composition of tobacco became more coordinated. The content of total sugar was increased and reducing sugar was decreased 29.94% by organic fertilizer to improve the intrinsic quality of tobacco. The sensory quality of tobacco was improved by the application of organic fertilizer through making tobacco aroma quality soft and delicate and high gas concentration, taste pure and small irritant. [Conclusion] The best proportion of organic and inorganic fertilizer formula is 85% of compound fertilizer and 15% of the No.2 biological fertilizer.  
**Key words** Organic and inorganic fertilization;Sandy loam;flue-cured tobacco;quality

要实现优质烟叶的生产,就必须为烟草的生长发育创造一个好的土壤环境<sup>[1]</sup>。合理施肥是维持和提高土壤肥力的有效方式之一<sup>[2]</sup>。虽然使用化肥对烟草生产做出很大贡献,但由于长期单一使用化肥会导致土壤结构改变,土壤有机质含量下降,还可能导致各种营养元素比例失调,最终导致烟叶质量下降。烤烟是对肥料较敏感的作物。优化肥料结构,提高烟叶品质越来越受到大家的重视<sup>[3-4]</sup>。

云南省红河州是重要的烟叶生产基地,其辖区范围内大部分是砂壤土,砂壤土质地较粗糙,透水通气性好,但营养较易流失,水分不易保持,因此砂壤土烤烟的生产一定要重视烟株的 C、N 代谢平衡<sup>[5]</sup>。寻找适合砂壤土烟叶生产的施肥方式是非常必要的。由于不同种类的有机肥养分含量和 C/N 比值等存在差异,施入土壤后的分解状况和养分释放量不同,因而对烟株生长发育和烤后烟叶品质的影响也不同<sup>[6]</sup>。该地区生物有机肥施用时间较短,肥料适宜性研究不足,实际生产也处于摸索阶段。为了探寻在烟草生产中最适合当地砂壤土的肥料配比,笔者选取了 4 种不同的生物有机肥,并用不同的配比来寻找最适合当地烟叶生产的配方方案,以期能够对当地优质烟叶的生产提供科学依据,并且为下一步探索有机肥施用比例奠定基础。

## 1 材料与方法

**1.1 试验材料** 试验于 2013 年 4~9 月在红河州建水县青龙镇进行。供试品种为 K326,前茬作物为油菜。试验地的土壤质地为砂壤土,土壤养分状态为 pH 4.88,有机质 15.83 g/kg,全氮 0.82 g/kg,全磷 0.75 g/kg,全钾 2.90 g/kg,碱解氮 65.50 mg/kg,速效磷 142.33 mg/kg,速效钾 160.41 mg/kg。当地常规种植肥料为复合肥(N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O=15:10:25,总养分≥50%)390 kg/hm<sup>2</sup>,提苗肥和追肥使用硝酸钾(N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O=14:0:45,总养分≥59%)150 kg/hm<sup>2</sup>,采用环状施肥。

**1.2 试验设计与方法** 根据不同有机无机肥料配比,设置 6 个处理:CK 100% 复合肥;T1 85% 复合肥+15% 丰禾生物有机肥(N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O=2.77:1.11:3.08);T2 85% 复合肥+15% 天禾地生物有机肥(N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O=4:2:2);T3 85% 复合肥+15% 玉溪源天生物有机肥(N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O=4:2:2);T4 70% 复合肥+30% 肥丹生物有机肥(N+P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>+K<sub>2</sub>O≥5%);T5 85% 复合肥+15% 肥丹生物有机肥(N+P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>+K<sub>2</sub>O≥5%)。每个处理设 3 次重复。采用同田对比方法划分为 18 个小区,各处理小区随机排列,每个小区面积 60 m<sup>2</sup>。

采取有机肥等质量替代复合肥的方式,确定有机肥的量,减少复合肥的施用量。功能性生物有机肥全部以底肥的形式条施或塘施,其余的田间生产管理措施按目前当地优质烟叶生产规范进行。

## 1.3 指标检测与方法

**1.3.1 物理特性。**烟叶厚度、叶面密度、抗张强度、平衡含水率、填充值分别按照国标或烟草行业标准 GB451.3-2002、YC/T 142-1998、GB/T 12914-2008、YC/T 31-1996

**基金项目** 红云红河烟草(集团)有限责任公司内部项目(合同号:HY-HH2012YL01)。  
**作者简介** 李锐(1969-),女,云南红河人,农艺师,从事烟叶生产方面的研究。\* 通讯作者,助理农艺师,从事烟草栽培调制方面的研究。  
**收稿日期** 2015-06-23

和 YC/T 152 – 2001 进行。

**1.3.2 外观质量。**包括颜色、成熟度、叶片结构、身份、油分、色度等指标,参照 GB2635 – 1992、YC/T142 – 1998 等方法。

**1.3.3 常规化学成分。**烟叶化学常规指标中总糖、还原糖、钾离子、氯离子、总植物碱和总氮含量分别按照烟草行业标准 YC/T 159 – 2002、YC/T 159 – 2002、YC/T 217 – 2007、YC/T 162 – 2011、YC/T 160 – 2002 和 YC/T 161 – 2002 进行。

**1.3.4 感官质量。**评吸指标主要有香气质、香气量、浓度、杂气、刺激性、余味、劲头、燃烧性、灰色、使用价值等,参照标准 YC/T138 – 1998 烟草及烟草制品感官评价方法进行。由有资质的 7 人组成评吸小组,进行感官质量评价。在评吸过程中,实现“暗评”,并采用“九分制”标准打分。

**1.4 数据分析** 利用 SPSS16.0 等软件进行数据的差异性分析。

2 结果与分析

**2.1 不同生物有机肥与复合肥配施对初烤烟叶物理特性的影响** 由表 1 可知,上部(X2F)、中部(C3F)、下部(B2F)3 个部位烟叶的厚度、抗张力以及下部的含梗率、叶面密度和中、下部叶的填充值呈 0.05 水平显著性差异,其他指标均不显著。进一步对差异显著的指标进行多重比较,发现就叶面密度来看,仅下部叶有显著差异,施用生物有机肥的组合下部烟叶的叶面密度在 0.05 水平显著高于对照。各组烟叶的抗张力各有高低,没有与对照呈现 0.05 水平显著差异,并且有个别组合的抗张力低于对照。施用生物有机肥的各组合烟叶下部叶和中部叶的填充值在 0.05 水平显著好于对照,而上部叶各处理间没有显著差异。该研究生物有机肥的施用可增加烟叶的叶片厚度、叶面密度以及填充值等方面有明显效果。其中,T1 处理、T4 处理和 T5 处理烟叶厚度、叶面密度以及填充值增加明显,而叶片抗张力也有明显下降;T2 处理

表 1 不同生物有机肥与复合肥配施对烤烟物理特性的影响

| 部位  | 处理 | 厚度      | 含梗率      | 叶面密度             | 抗张力      | 抗张强度    | 平衡含      | 填充值                |
|-----|----|---------|----------|------------------|----------|---------|----------|--------------------|
|     |    | mm      | %        | g/m <sup>2</sup> | N        | kN/m    | 水率//%    | cm <sup>3</sup> /g |
| X2F | CK | 0.09 bB | 24.88 bA | 59.30 bB         | 2.51 aA  | 0.17 aA | 13.16 aA | 2.95 cB            |
|     | T1 | 0.14 aA | 26.65 bA | 92.35 aA         | 2.05 bA  | 0.14 aA | 13.17 aA | 3.54 bA            |
|     | T2 | 0.13 aA | 30.05 aA | 89.86 aA         | 2.69 aA  | 0.18 aA | 12.56 aA | 4.05 aA            |
|     | T3 | 0.12 aA | 27.94 bA | 81.03 aA         | 2.56 aA  | 0.17 aA | 12.78 aA | 3.89 bA            |
|     | T4 | 0.12 aA | 26.81 bA | 79.90 aA         | 2.21 bA  | 0.15 aA | 13.05 aA | 3.90 bA            |
|     | T5 | 0.13 aA | 28.48 bA | 69.94 aA         | 2.33 bA  | 0.16 aA | 13.23 aA | 3.75 bA            |
| C3F | CK | 0.13 aA | 24.78 aA | 92.35 aA         | 2.39 aA  | 0.16 aA | 13.49 aA | 2.79 bB            |
|     | T1 | 0.15 bB | 25.84 aA | 93.48 aA         | 2.02 bA  | 0.19 aA | 12.61 aA | 3.56 aA            |
|     | T2 | 0.15 bB | 25.11 aA | 93.26 aA         | 2.48 aA  | 0.17 aA | 12.77 aA | 3.66 aA            |
|     | T3 | 0.15 bB | 26.84 aA | 91.90 aA         | 2.57 aA  | 0.17 aA | 13.34 aA | 3.52 aA            |
|     | T4 | 0.15 bB | 29.02 aA | 93.52 aA         | 2.58 aA  | 0.17 aA | 14.13 aA | 3.42 aA            |
|     | T5 | 0.12 aA | 27.62 aA | 96.65 aA         | 2.01 bA  | 0.20 aA | 13.30 aA | 3.49 aA            |
| B2F | CK | 0.13 bA | 25.57 aA | 100.73 bA        | 2.67 aA  | 0.17 aA | 12.27 aA | 3.47 aA            |
|     | T1 | 0.17 aA | 24.21 aA | 100.50 bA        | 2.38 abA | 0.16 aA | 12.56 aA | 3.69 aA            |
|     | T2 | 0.17 aA | 25.83 aA | 105.71 bA        | 2.17 bA  | 0.14 aA | 13.11 aA | 3.45 aA            |
|     | T3 | 0.17 aA | 26.59 aA | 118.38 aA        | 2.64 aA  | 0.18 aA | 13.58 aA | 3.46 aA            |
|     | T4 | 0.12 bA | 28.37 aA | 102.31 bA        | 2.65 aA  | 0.18 aA | 13.67 aA | 3.45 aA            |
|     | T5 | 0.15 aA | 26.52 aA | 99.92 bA         | 2.64 aA  | 0.18 aA | 13.53 aA | 3.49 aA            |

注:同列不同小写字母、大写字母分别表示差异达 0.05 和 0.01 显著水平。

下部叶片含梗率和填充值在 0.05 水平显著增加;T3 处理增加叶片厚度和填充值。

**2.2 不同生物有机肥与复合肥配施对初烤烟叶外观质量的影响** 由表 2 可知,中部叶和下部叶的身份、中部叶片的油分以及下部叶和上部叶的叶片长度间存在 0.05 水平显著性差异,其他指标均不显著。进一步对差异显著的指标进行多重比较,发现就烟叶身份来看,施用生物有机肥的各组合下部叶和中部叶的身份值在 0.05 水平显著优于对照,而上部叶间没有差异;从烟叶的油分来看,只有中部叶有 0.05 水平显著差异,生物有机肥使烟叶整体油分平均提高 11.23%;从长度来看,施用生物有机肥仅对下部叶和上部叶产生 0.05 水平的显著影响,施用生物有机肥组合的下部叶及上部叶的

叶片长度明显高于对照,整体叶片长度平均提升 10.89%,而中部叶片没有差异。烟叶的身份受叶片厚度的影响非常明显。施用生物有机肥处理的烟叶更长、更厚,中部叶的油分也更多。其中,T1 处理在 0.05 水平显著增加了上部叶的长度,而 T2 ~ T5 处理表现较均衡。

**2.3 不同生物有机肥与复合肥配施对初烤烟叶化学成分的影响** 由表 3 可知,除下部叶的钾离子和氯离子含量在各处理间无显著性差异外,其他指标均在 6 个处理间均存在显著差异( $P < 0.05$ )。进一步对差异显著的指标进行多重比较,发现施用生物有机肥对烟叶的化学成分有着明显影响,烟叶的总糖、还原糖间差异在 0.05 水平显著,施用有机肥可使各部位烟叶总糖、还原糖含量明显增加,其中 T1 处理、T2 处理

表2 不同生物有机肥与复合肥配施对烤烟外观质量的影响

| 部位  | 处理 | 颜色     | 成熟度    | 叶片<br>结构 | 身份     | 油分     | 色度     | 长度<br>cm | 宽度<br>cm | 残伤<br>% |
|-----|----|--------|--------|----------|--------|--------|--------|----------|----------|---------|
| X2F | CK | 9.1 aA | 8.4 aA | 8.5 aA   | 5.5 bB | 4.1 aA | 5.2 aA | 46.3 bB  | 26.7 aA  | 1.5 aA  |
|     | T1 | 8.2 aA | 8.5 aA | 8.5 aA   | 7.2 aA | 3.6 aA | 4.9 aA | 59.4 aA  | 25.3 aA  | 1.6 aA  |
|     | T2 | 8.5 aA | 8.7 aA | 8.4 aA   | 7.1 aA | 4.0 aA | 4.8 aA | 61.1 aA  | 24.6 aA  | 1.5 aA  |
|     | T3 | 9.0 aA | 8.1 aA | 8.2 aA   | 7.0 aA | 3.8 aA | 5.0 aA | 56.9 aA  | 26.7 aA  | 1.9 aA  |
|     | T4 | 8.5 aA | 8.0 aA | 8.1 aA   | 7.2 aA | 3.7 aA | 4.8 aA | 53.3 aA  | 25.5 aA  | 1.8 aA  |
|     | T5 | 9.1 aA | 8.5 aA | 8.5 aA   | 7.2 aA | 4.2 aA | 5.1 aA | 57.2 aA  | 30.0 aA  | 1.5 aA  |
| C3F | CK | 8.9 aA | 9.6 aA | 9.4 aA   | 8.3 bB | 5.2 bB | 5.0 aA | 60.4 aA  | 21.5 aA  | 1.0 aA  |
|     | T1 | 8.5 aA | 9.1 aA | 9.0 aA   | 9.1 aA | 6.9 aA | 4.9 aA | 57.3 aA  | 19.7 aA  | 1.0 aA  |
|     | T2 | 8.5 aA | 8.8 aA | 8.7 aA   | 9.1 aA | 6.8 aA | 4.8 aA | 58.5 aA  | 21.2 aA  | 1.1 aA  |
|     | T3 | 8.6 aA | 9.0 aA | 9.2 aA   | 9.3 aA | 6.2 aA | 4.8 aA | 60.5 aA  | 21.4 aA  | 1.2 aA  |
|     | T4 | 9.1 aA | 9.4 aA | 9.5 aA   | 9.5 aA | 6.5 aA | 5.1 aA | 67.6 aA  | 20.5 aA  | 0.8 aA  |
|     | T5 | 9.0 aA | 9.6 aA | 9.5 aA   | 9.4 aA | 7.0 aA | 5.2 aA | 66.3 aA  | 22.8 aA  | 0.8 aA  |
| B2F | CK | 8.9 aA | 9.4 aA | 7.5 aA   | 6.5 aA | 6.2 aA | 7.2 aA | 57.3 bB  | 18.3 aA  | 0.8 aA  |
|     | T1 | 8.5 aA | 9.2 aA | 7.2 aA   | 6.2 aA | 7.1 aA | 6.9 aA | 70.1 aA  | 20.7 aA  | 1.0 aA  |
|     | T2 | 8.3 aA | 9.0 aA | 7.0 aA   | 6.1 aA | 7.0 aA | 6.2 aA | 58.9 bB  | 18.3 aA  | 1.1 aA  |
|     | T3 | 8.5 aA | 9.2 aA | 7.4 aA   | 6.5 aA | 7.1 aA | 6.5 aA | 61.3 bB  | 20.5 aA  | 1.1 aA  |
|     | T4 | 8.5 aA | 8.8 aA | 6.6 aA   | 6.2 aA | 6.5 aA | 6.7 aA | 59.7 bB  | 20.1 aA  | 0.9 aA  |
|     | T5 | 8.2 aA | 8.7 aA | 6.3 aA   | 6.4 aA | 5.8 aA | 6.7 aA | 61.2 bB  | 19.0 aA  | 1.2 aA  |

注:同列不同小写字母、大写字母分别表示差异达0.05 和0.01 显著水平。

后烟叶糖分布在0.05 水平显著增加;在钾离子含量上,各处理下部叶没有显著差异,而CK 与T1 处理烟叶中部叶、上部叶钾离子含量低于其他处理,施用生物有机肥的各组钾离子含量平均较CK 提升37.14%,T3 处理、T4 处理和T5 处理烟叶钾离子含量明显提高,尤其是T5 处理对下部叶钾离子含

量有显著的影响;在氯离子含量上,生物有机肥处理能显著提高中上部烟叶的氯离子含量,烟叶整体氯离子平均提升了20.16%,对下部叶无显著影响;在总植物碱和总氮含量上,施用生物有机肥的各处理显著低于对照施肥效果,有效减少了常规施肥烟叶总氮含量和烟碱的含量,烟碱和总氮显著降低。

表3 不同生物有机肥与复合肥配施对烤烟化学成分的影响

%

| 部位  | 处理 | 总糖      | 还原糖      | 钾离子     | 氯离子     | 烟碱     | 总氮     |
|-----|----|---------|----------|---------|---------|--------|--------|
| X2F | CK | 20.4 bB | 17.1 bA  | 1.6 bA  | 0.51 aA | 2.5 aA | 3.7 aA |
|     | T1 | 26.8 aA | 22.4 aA  | 1.7 bA  | 0.54 aA | 1.9 bB | 2.5 bB |
|     | T2 | 28.6 aA | 23.7 aA  | 1.8 bA  | 0.52 aA | 1.6 bB | 2.4 bB |
|     | T3 | 25.4 aA | 21.7 aA  | 1.8 bA  | 0.56 aA | 1.7 bB | 2.4 bB |
|     | T4 | 24.4 aA | 20.5 aA  | 2.0 abA | 0.51 aA | 1.6 bB | 2.7 bB |
|     | T5 | 25.5 aA | 19.3 abA | 2.4 aA  | 0.52 aA | 1.5 bB | 2.5 bB |
| C3F | CK | 16.2 bB | 14.9 bB  | 1.2 bB  | 0.35 cC | 3.4 aA | 4.3 aA |
|     | T1 | 25.5 aA | 22.4 aA  | 1.3 bB  | 0.43 bB | 2.4 bA | 2.8 bB |
|     | T2 | 24.7 aA | 21.1 aA  | 1.8 aA  | 0.57 aA | 1.9 cB | 2.9 bB |
|     | T3 | 21.1 aA | 20.8 aA  | 2.1 aA  | 0.51 aA | 2.6 bA | 2.8 bB |
|     | T4 | 22.5 aA | 20.4 aA  | 2.0 aA  | 0.51 aA | 2.7 bA | 2.9 bB |
|     | T5 | 20.1 aA | 19.4 aA  | 2.1 aA  | 0.52 aA | 2.6 bA | 3.0 bB |
| B2F | CK | 13.4 bB | 10.4 cB  | 1.4 cB  | 0.43 bB | 3.6 aA | 4.5 aA |
|     | T1 | 21.0 aA | 14.1 aA  | 1.4 cB  | 0.49 aA | 2.8 bB | 3.2 bB |
|     | T2 | 17.2 aA | 12.4 bA  | 1.8 bA  | 0.51 aA | 2.4 bB | 3.4 bB |
|     | T3 | 18.2 aA | 12.9 bA  | 2.3 aA  | 0.52 aA | 2.5 bB | 3.3 bB |
|     | T4 | 19.5 aA | 12.7 bA  | 2.1 aA  | 0.51 aA | 2.6 bB | 3.5 bB |
|     | T5 | 16.9 aA | 12.5 bA  | 2.2 aA  | 0.53 aA | 2.9 bB | 3.6 bB |

注:同列不同小写字母、大写字母分别表示差异达0.05 和0.01 显著水平。

**2.4 不同生物有机肥与复合肥配施对初烤烟叶感官质量的影响** 由表4 可知,不同生物有机肥与复合肥配施对初烤烟叶的香气量、杂气、浓度、刺激性、余味及灰色的影响较小。从香气质上看,施用生物有机肥的各组烟叶香气量均高于对照,生物有机肥对烟叶香气质的增加有非常明显的帮助。生物有机肥的施用有利于改善下部叶的燃烧性,而对中上部叶的燃烧性没有显著影响。就烟叶的使用价值来看,施用生物

有机肥对下部叶和上部叶的使用价值有明显提高,对中部叶的使用价值影响不明显。其中,T1 处理烟叶下部叶和上部叶的浓度要好于其他,余味和使用价值也较高。T2 处理烟叶香气量足杂气少,余味较好,使用价值也较高。T3 ~ T5 处理烟叶仅使上部叶的余味和使用价值明显提高,其他部位没有特别突出的表现。

表 4 不同生物有机肥与复合肥配施对烤烟感官质量的影响

| 部位  | 处理 | 香气量 | 香气质 | 杂气  | 浓度  | 刺激性 | 余味  | 燃烧性 | 灰色  | 使用价值 |
|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| X2F | CK | 7.1 | 6.0 | 6.5 | 6.0 | 7.0 | 6.5 | 6.2 | 6.2 | 6.0  |
|     | T1 | 7.0 | 7.0 | 6.5 | 7.5 | 7.1 | 7.0 | 7.1 | 6.0 | 7.2  |
|     | T2 | 7.2 | 6.8 | 6.4 | 6.5 | 7.2 | 6.9 | 7.2 | 7.1 | 6.8  |
|     | T3 | 7.0 | 6.7 | 6.3 | 6.5 | 6.6 | 6.9 | 7.2 | 5.9 | 6.7  |
|     | T4 | 7.1 | 7.1 | 6.6 | 6.5 | 7.0 | 6.7 | 7.1 | 5.9 | 6.6  |
|     | T5 | 7.0 | 6.9 | 6.6 | 6.5 | 7.2 | 6.6 | 7.0 | 5.8 | 6.7  |
| C3F | CK | 7.0 | 6.4 | 7.1 | 6.6 | 7.0 | 6.4 | 7.1 | 6.0 | 6.8  |
|     | T1 | 7.0 | 7.1 | 6.9 | 7.0 | 7.1 | 6.3 | 7.1 | 5.7 | 7.1  |
|     | T2 | 7.2 | 7.1 | 7.2 | 6.4 | 6.8 | 6.5 | 7.2 | 6.2 | 7.0  |
|     | T3 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.1 | 7.1 | 6.1 | 7.1 | 5.9 | 7.0  |
|     | T4 | 7.2 | 7.1 | 7.0 | 7.1 | 6.6 | 6.2 | 7.0 | 5.8 | 7.2  |
|     | T5 | 7.0 | 7.2 | 7.1 | 7.0 | 7.2 | 6.5 | 7.4 | 6.1 | 7.1  |
| B2F | CK | 7.2 | 6.1 | 6.6 | 6.3 | 7.2 | 6.1 | 7.2 | 6.1 | 6.0  |
|     | T1 | 7.5 | 7.3 | 7.0 | 7.6 | 7.0 | 6.1 | 7.0 | 6.1 | 7.2  |
|     | T2 | 7.5 | 7.0 | 7.1 | 7.0 | 7.4 | 6.2 | 7.3 | 5.9 | 7.1  |
|     | T3 | 7.4 | 6.8 | 6.8 | 7.0 | 7.2 | 6.0 | 7.3 | 5.5 | 6.9  |
|     | T4 | 7.3 | 6.8 | 6.7 | 6.6 | 7.3 | 6.5 | 7.1 | 5.8 | 6.8  |
|     | T5 | 7.5 | 6.7 | 6.5 | 6.8 | 7.1 | 6.4 | 6.8 | 5.5 | 6.6  |

3 结论与讨论

烟叶质量一直是相关研究领域学者们关注的热点。提高烟叶品质也是烟草工作者共同努力的方向。烟叶的外观品质是烟叶质量的重要表征<sup>[7]</sup>,也是烟叶质量评价中应用频繁的一类指标;而烟叶物理特征作为烟叶质量的重要组成部分,一直是烟叶质量评价的重要内容<sup>[8]</sup>。烟叶的物理特性与外观质量是紧密联系的两类指标。研究表明,生物有机肥的施用对烟叶的物理特性和外观质量产生较大的影响。这与张建国等<sup>[9]</sup>研究结果相符。生物有机肥的施用提高了烟叶叶片厚度、叶面密度和填充值。有学者指出,烟叶颜色、叶面积均与叶面密度呈 0.05 水平显著负相关,叶面密度增加的烟叶叶面积会相对减小,叶面积减小势必增加单位叶面积的腺毛密度,有利于香气量的增加<sup>[10]</sup>;烟叶填充值的增加会让当地烟叶更有工业利用价值,有利于烟叶经济价值的提升。由于下部叶的生长环境因素造成其利用价值较中上部叶低,而该研究结果表明生物有机肥的施用对下部叶质量的提升最明显,缩小了当地烤烟下部叶与中上部叶的质量差距。同时,施用生物有机肥的烟叶叶片更长、更厚,有效提高了烟叶的经济价值;中部叶的油分也更多,油分高的烟叶化学表现更趋优良<sup>[11]</sup>。综合考虑各个处理的物理特性和外观质量,发现 T2 处理对烟叶的物理特性的改善作用较大,尤其是对下部和中部烟叶的作用较明显,而烟叶外观品质的影响以 T2 处理最大,T1 处理次之。

烟叶化学成分决定着烟叶的品质。重要化学成分的含量直接影响着烟叶的可用性<sup>[12]</sup>。研究表明,不同生物有机肥与复合肥配施均对烟叶的化学成分产生显著影响,而且此变化有利于改善烟叶品质,烟叶的糖分含量与烟叶致香物质含量、评吸得分有正相关关系<sup>[13-14]</sup>。研究中,生物有机肥的施用提高了烟叶总糖和还原糖含量,有利于当地烟叶品质的

提升。生物有机肥使烟叶钾元素和氯元素有明显提升。烟叶钾元素与氯元素的含量提升在一定范围内有利于烟叶质量的提高<sup>[15-16]</sup>。生物有机肥的施用降低了烟叶中总氮和烟碱的含量。这与刘泓<sup>[17]</sup>研究相吻合。研究还表明,生物有机肥的施用对烟叶降氮增钾的效果较明显。这可能是由砂壤土的特殊土壤质地造成的。当生物有机肥施入土壤后,生物有机肥在分解过程中会产生一些有机酸,有机酸会使土壤中部分难溶性钾、磷溶解,提高土壤中有效钾和有效磷的含量;砂壤土空隙较大,水分的迁移较迅速,造成元素间的交互作用更强烈,使得烟叶钾含量的增加较显著;同时,生物有机肥能够增加土壤的保肥能力,减少钾离子的淋失。综合分析各处理的常规化学成分,发现 T2 处理化学成分较协调,T1 处理次之。

烟叶的感官质量是烟叶品质最直接的表现。烟叶评吸质量可以帮助研究人员以最直接的方式来描述烟叶质量的好坏,是烟叶质量非常重要的评价指标<sup>[18]</sup>,且烟叶的感官质量与化学成分密切相关。不同生物有机肥与复合肥配施对烟叶感官质量的影响较明显。生物有机肥的施用可以提升烟叶香气质。有研究表明,烟碱和香气量呈正相关<sup>[19]</sup>。该研究发现,施用生物有机肥可以降低烟叶的烟碱含量,但烟叶的香气量没有明显变化。这对于烟叶生产有较大的实际应用价值。不同生物有机肥对初烤烟叶的感官质量均有不同程度的改善作用,使得烟叶香气质柔和细腻,浓度高,口感纯净,刺激性小。综合分析各处理的感官质量,发现 T1 处理和 T2 处理表现较突出,最有利于提高烟叶品质。

通过物理特性、外观质量、常规化学成分、感官质量 4 个方面的综合分析,发现 T2 处理对烟叶综合品质的提升较明显。由此可知,生物有机肥与复合肥配比为 85% 复合肥 + 15% 天禾地生物有机肥的表现较好,较适宜在红河砂壤土烟

田中推广使用。该研究仅仅对不同生物有机肥与复合肥的施肥的效果进行对比,而对于生物有机肥与无机复合肥具体最佳配比的应用还需在后续的研究中进行探索。

## 参考文献

- [1] 卢金领. 洛宁烟区烤烟中性致香物质含量与土壤养分关系分析[J]. 河南科技学院学报:自然科学版,2013(1):28-32.
- [2] 曹志洪. 优质烤烟生产的土壤与施肥[M]. 南京:江苏科学技术出版社,1991:5-40.
- [3] 唐莉娜,熊德中. 有机肥与化肥配施对烤烟生长发育的影响[J]. 烟草科技,2000(10):32-34.
- [4] 周文亮,赖洪敏,全建华,等. 施用复合有机肥对烤烟生长和烟叶品质的影响[J]. 西南农业学报,2013(2):647-652.
- [5] 李志,史宏志,刘国顺,等. 施氮量对皖南砂壤土烤烟碳氮代谢动态变化的影响[J]. 土壤,2010,42(1):8-13.
- [6] 韩锦峰,吕巧灵,杨素勤. 饼肥种类及其与化肥配比对烤烟生长发育及产质的影响[J]. 河南农业科学,1998(2):14-16.
- [7] 蔡宏杰,王信民,尹启生. 烤烟外观质量指标量化分析初探[J]. 烟草科技,2004,203(6):37-40.
- [8] 尹启生,陈江华,王信民,等. 2002 年度全国烟叶质量评价分析[J]. 中国烟草学报,2003,9(S1):59-70.
- [9] 张建国,聂俊华,杜振宇. 复合生物有机肥对烤烟生理特性和品质的影

- [J]. 山东农业科学,2004(2):43-46.
- [10] 曹景林. 香料烟叶片主要外观性状与化学成分关系的研究[J]. 安徽农业大学学报,2000,27(4):332-335.
- [11] 胡建斌,王学杰,齐永杰,等. 浅析烤烟油分与烟叶质量的关系[J]. 广西农业科学,2009,40(8):1068-1070.
- [12] 毕淑峰,朱显灵,马成泽. 云南烤烟化学成分与香气品质的关系研究[J]. 中国农学通报,2004,20(6):67-68.
- [13] 韩定国,易克,王翔,等. 昆明不同亚气候带烤烟感官评吸质量与糖类及其相关指标的关系[J]. 湖南农业大学学报:自然科学版,2011,37(2):131-134.
- [14] 邓小鹏,段玉琪,徐照丽,等. 有机肥对烤烟主要糖类物质及呼吸质量的影响[J]. 广东农业科学,2012(24):72-75.
- [15] 许自成,秦璐,邵惠芳,等. 烤烟钾含量与多酚、有机酸含量及评吸品质的关系[J]. 河南农业大学学报,2010,44(4):383-389.
- [16] 许自成,李丹丹,毕庆文,等. 烤烟氯含量与挥发性香气物质及感官质量的关系研究[J]. 中国烟草学报,2008,14(5):27-32.
- [17] 刘泓. 有机肥与化肥配施对烤烟 K 吸收和干物质积累的影响[J]. 福建农业大学学报,1998,23(3):337-341.
- [18] 申玉军,邓国栋,陈良元,等. 一种烟草感官评价分析方法的建立及应用[J]. 烟草科技,2011(5):15-18.
- [19] 邓小华,周清明,周冀衡,等. 烟叶质量评价指标间的典型相关分析[J]. 中国烟草学报,2011,17(3):17-22.

(上接第 65 页)

的影响较大,各农艺性状指标均显著或极显著优于不施肥模式。在施肥处理中,有机肥 ZH-2 + 复合肥模式各农艺性状指标总体表现最好,其中开展度、叶长、菜薹质量指标在 0.05 水平显著高于另外 2 个施肥模式,说明有机肥 ZH-2 + 复合肥更能促进菜心植株生长。这与赵月平等<sup>[7-9]</sup>研究有机无机肥配施能够促进空心菜、烤烟植株长势的结论一致。

(2) 菜心品质测定结果表明,单施和配施有机肥 ZH-2 均能起到改善菜心品质的作用,有机肥 ZH-2 + 复合肥模式菜心品质指标仅次于单施有机肥 ZH-2,说明该模式有利于菜心营养物质的积累。这与张恩德等<sup>[10-11]</sup>研究有机无机肥配施有利于提高油菜籽和莴笋品质的结论一致。

(3) 在菜心产量的比较中,3 种施肥模式均在 0.01 水平显著高于不施肥模式,有机肥 ZH-2 + 复合肥模式增产幅度最大,同时分别比单施复合肥、单施有机肥 ZH-2 模式产量提高 24.27% 和 44.47%,说明有机肥 ZH-2 + 复合肥模式能够更有效地提高菜心产量。这与孙跃等<sup>[12]</sup>研究研究结论一致。

(4) 配合施用有机肥 ZH-2 和复合肥是一种有效的施肥模式。该模式在菜心栽培上的应用效果最为明显,促进菜心

优质高产,从而增加农民收入。这是一种值得推广应用的施肥模式。

## 参考文献

- [1] 孙永明,李国学,张夫道,等. 中国农业废弃物资源化现状与发展战略[J]. 农业工程学报,2005,21(8):169-173.
- [2] 要晓玮,梁银丽,曾睿,等. 不同有机肥对辣椒品质和产量的影响[J]. 西北农林科技大学学报:自然科学版,2011,39(10):157-162.
- [3] 何铁光,董文斌,何永群,等. 木薯加工废弃物转化基质在辣椒育苗上的应用效果[J]. 辣椒杂志,2012(4):26-33.
- [4] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法[M]. 北京:中国农业出版社,2000.
- [5] 黄昌勇. 土壤学[M]. 北京:中国农业出版社,2000.
- [6] LEE S K, KADER A A. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops [J]. Postharvest Biol Technol,2000,20:207-220.
- [7] 赵月平,王洋洋. 不同有机肥用量对空心菜的产量及品质的影响[J]. 土壤肥料科学,2006,22(8):313-316.
- [8] 刘雪琴. 有机肥对烤烟产量和品质的影响[D]. 重庆:西南大学,2007.
- [9] 周文亮,赖洪敏,全建华,等. 施用复合有机肥对烤烟生长和烟叶品质的影响[J]. 西南农业学报,2013(2):647-652.
- [10] 张恩德,龚莲姬. 油菜施用有机肥的效果[J]. 农技服务,2010,27(10):1315-1316.
- [11] 李泽碧,王正银,李清荣,等. 沼液、沼渣与化肥配施对莴苣产量和品质的影响[J]. 中国沼气,2006,24(1):27-30.
- [12] 孙跃,于福庆,孙祥武,等. 生物有机肥对西红柿生长及品质影响初步初探[J]. 华北农学报,2007,22(S1):111-114.