

王 飞,徐 茜,陈志厚,等. 翻压绿肥对植烟土壤抗氧化酶活性及烤烟的影响[J]. 江苏农业科学,2019,47(13):304-308.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.13.072

# 翻压绿肥对植烟土壤抗氧化酶活性及烤烟的影响

王 飞<sup>1</sup>, 徐 茜<sup>2</sup>, 陈志厚<sup>2</sup>, 陈乾锦<sup>3</sup>, 杨秋菊<sup>1</sup>, 陈爱玲<sup>1</sup>

(1. 福建农林大学资源与环境学院, 福建福州 350002; 2. 福建省烟草农业科学研究所南平分所, 福建南平 353000;  
3. 南平市烟草公司光泽分公司, 福建光泽 354100)

**摘要:**为探究不同绿肥翻压对植烟土壤酶活性及烤烟的影响, 设置了 CK(不翻压绿肥)、T<sub>1</sub>(翻压光叶苕子)、T<sub>2</sub>(翻压黑麦草)、T<sub>3</sub>(翻压紫云英)4 个处理, 结果表明, T<sub>1</sub>、T<sub>2</sub>、T<sub>3</sub> 处理的土壤过氧化氢酶活性与 CK 相比, 分别提高了 13.39%~30.65%、4.48%~38.71%、3.29%~30.43%, 土壤多酚氧化酶活性分别提高了 7.92%~61.71%、10.60%~90.70%、29.41%~60.68%; 烤烟总生物量分别提高了 4.83%、1.21%、3.32%, 产量分别提高了 4.19%、2.40%、3.59%; T<sub>1</sub> 处理更有利于改善团棵期烟株农艺性状, T<sub>2</sub> 处理有利于提高烟株茎围, T<sub>3</sub> 处理提高了烟株中后期最大叶长和最大叶面积; T<sub>1</sub>、T<sub>2</sub> 处理均提高了 B<sub>2</sub>F(上桔二)与 C<sub>3</sub>F(中桔三)还原糖含量、总钾含量、糖碱比、氮碱比, T<sub>3</sub> 提高了 B<sub>2</sub>F(上桔二)烟碱含量、总糖含量、还原糖含量、总氮含量、两糖比。综上所述, 翻压绿肥可以提高植烟土壤酶活性、烤烟生物量与产量, 改善烤烟农艺性状与品质。

**关键词:**绿肥; 烤烟; 土壤酶活性; 生物量; 产量; 农艺性状; 化学成分

**中图分类号:** S572.06 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2019)13-0304-05

烟草作为重要的经济作物, 易受气候与栽培条件影响。烟草连作容易导致土壤肥力下降、病虫害加剧、烤烟品质下降<sup>[1]</sup>。近年来人们呼吁使用有机肥以减少化肥施用量, 目前关于有机肥对植烟土壤影响的研究有探究稻草、秸秆等还田以及施用花生饼、菜子饼等饼肥对烤烟及土壤的影响等<sup>[2-4]</sup>。研究表明, 翻压绿肥能够有效调节土壤水、气、热<sup>[5-7]</sup>, 增强土壤肥力和土壤酶活性<sup>[8]</sup>, 酶活性提高后可以进一步促进土壤肥力转化<sup>[9]</sup>。在我国南方丘陵地区有关绿肥翻压对土壤特性及烤烟的影响的研究报道较少。鉴于此, 本试验通过翻压种植密度相同的光叶苕子(*Vicia villosa* Roth var. *glabresens* Koch)、黑麦草(*Lolium perenne* L.)、紫云英(*Astragalus sinicus* L.)3 种绿肥植物, 探究翻压这 3 种绿肥植物对植烟土壤酶活性及烤烟的影响, 旨在为烟区减少化肥施用、改善植烟土壤环境从而生产出品更好的烤烟奠定理论基础。

## 1 材料与与方法

### 1.1 试验区概况

试验地位于福建省南平市光泽县寨里镇小寺州村(117°39'E, 27°38'N), 属中亚热带气候, 年降水量为 1 800 mm。土壤初始养分: 有机质、全氮含量分别为 17.43、2.18 g/kg, 碱解氮、有效磷、速效钾、交换性钙、交换性镁含量分别为 183.56、39.03、100.08、225.66、46.49 mg/kg, 试验区降水量与气温情

况见图 1。从烟株移栽至团棵期, 日最高温超过 20 ℃ 的天数为 8 d, 日最低气温低于 10 ℃ 的天数为 24 d。烟株生长期出现降水的总天数为 80 d, 日降水量在 0~10 mm 范围内的天数为 43 d, 日降水量在 10~25 mm 范围内的天数为 30 d, 日降水量在 25~50 mm 范围内的天数为 7 d。按照烟株生长期计算, 从烟株移栽至试验田到烟株团棵期, 约为 40 d, 而出现降水的天数为 26 d。团棵期至旺长期出现降水的天数为 10 d。旺长期至打顶期出现降水的天数为 8 d。

### 1.2 材料来源

光叶苕子、黑麦草、紫云英种子购于蓝天种业有限公司, 千粒质量分别为 70.74、3.28、9.62 g, 在试验地发芽率分别为 35.00%、80.00%、35.00%。供试的烤烟品种为 K326。

### 1.3 试验设计

试验采用随机区组设计, 分为对照组不翻压绿肥(CK)和翻压光叶苕子(T<sub>1</sub>)、翻压黑麦草(T<sub>2</sub>)、翻压紫云英(T<sub>3</sub>)共 4 种处理, 每种处理 3 个重复, 每个重复小区面积为 24 m<sup>2</sup>。绿肥植物于 2016 年 11 月份播种, 采用撒播方式, 根据绿肥植物种子发芽率和千粒质量, 控制 3 种绿肥植物成活密度为 200 株/m<sup>2</sup>。在烤烟移栽前 20 d 同时翻压 3 种绿肥植物, 翻压时绿肥生物量及养分含量见表 1。烤烟播种时间为 2016 年 12 月 5 日, 移栽至试验地时间为 2017 年 2 月 18 日, 基肥是烟草专用肥(480.00 kg/hm<sup>2</sup>)以及钙镁磷肥(150.00 kg/hm<sup>2</sup>), 基肥施肥时间为移栽前 20 d, 追肥为硝酸钾(300.00 kg/hm<sup>2</sup>), 追肥时间为移栽后 30 d 和 60 d, 烟田行距为 1.20 m, 株距为 0.50 m。

### 1.4 测定方法

**1.4.1 土壤抗氧化酶活性测定** 过氧化氢酶活性测定采用 0.1 mol/L 高锰酸钾滴定法, 多酚氧化酶活性测定采用邻苯三酚比色法<sup>[10-11]</sup>。

收稿日期: 2018-03-26

基金项目: 中国烟草总公司福建省南平市公司科技项目(编号: KH1700020)。

作者简介: 王 飞(1990—), 男, 安徽安庆人, 硕士研究生, 从事土壤学研究。E-mail: 2438415398@qq.com。

通信作者: 陈爱玲, 博士, 副教授, 从事土壤学研究。E-mail: fjcal@126.com。

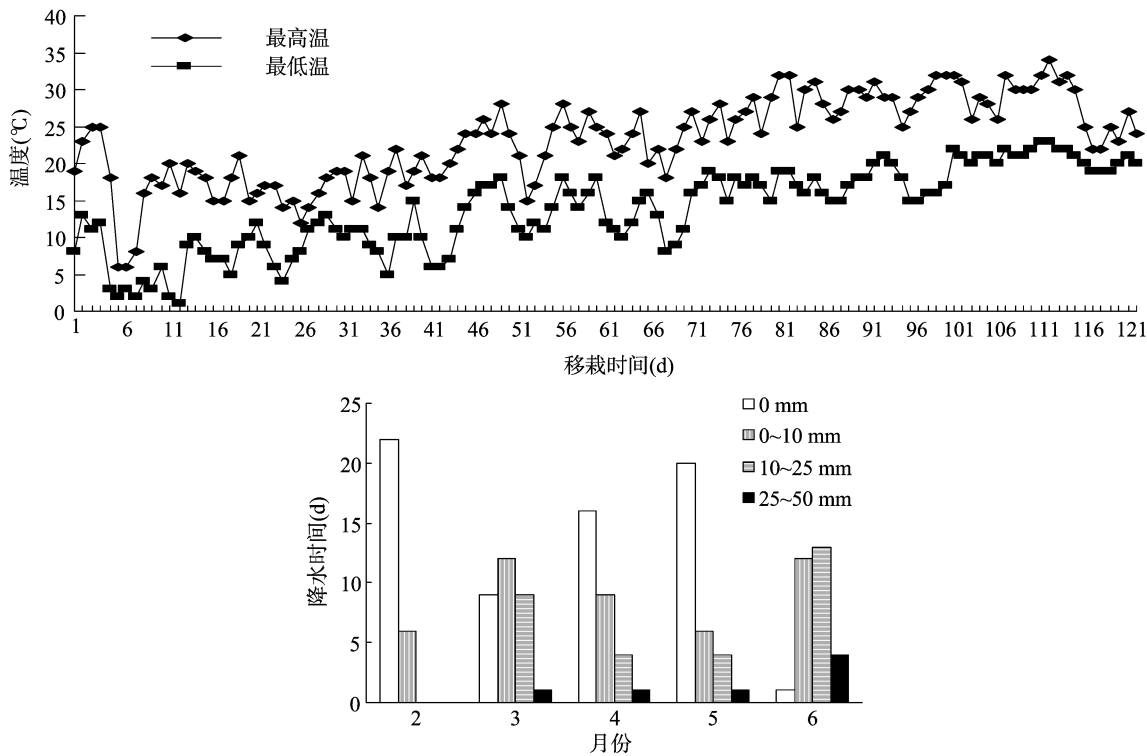


图1 烟株生长期内试验地温度与降水动态

表 1 不同绿肥生物量与养分含量

绿肥种类	生物量 (kg/hm <sup>2</sup> )	全碳含量 (g/kg)	全氮含量 (g/kg)	全磷含量 (g/kg)	全钾含量 (g/kg)	全镁含量 (g/kg)	碳氮比
光叶苕子	4 600.05 ± 16a	267.48 ± 6.73a	13.37 ± 0.87b	2.75 ± 0.11c	12.43 ± 1.02a	1.41 ± 0.06b	20.05 ± 1.08b
黑麦草	6 800.32 ± 61c	386.54 ± 7.91c	11.03 ± 0.51a	1.49 ± 0.08a	15.39 ± 0.25a	0.83 ± 0.07a	35.10 ± 2.04c
紫云英	4 700.58 ± 14b	287.34 ± 4.45b	30.24 ± 0.92c	2.29 ± 0.19b	22.52 ± 3.03b	1.90 ± 0.16c	9.51 ± 0.41a

注:同列不同小写字母表示不同种类的绿肥生物量或养分含量差异显著( $P < 0.05$ )。

1.4.2 烟株农艺性状测定 烟株农艺性状测定参考 YC/T 142—2010《烟草农艺性状调查测量方法》,在每个小区内选取 5 株具有代表性烟株,分别在烟株生长团棵期、旺长期、打顶期测定烟株株高、茎围、节距、有效叶数、最大叶长、最大叶宽,并计算出最大叶面积。

1.4.3 烟株生物量测定 于烟株生长成熟期时,将烟株整株拔起,洗净烟株土壤,将烟株根、茎、叶分开,在 105 ℃ 下杀青 20 min 后再 75 ℃ 烘干。

1.4.4 烤烟化学成分测定 烤烟烟碱、总糖、还原糖、总氮、总钾含量参照 YC/T 159—2002《烟草及烟草制品 水溶性糖的测定 连续流动法》、YC/T 176—2003《烟草及烟草制品 石油醚提取物的测定》、YC/T 216—2013《烟草及烟草制品 淀粉的测定 连续流动法》、YC/T 222—2007《烟草及烟草制品 pH 的测定》测定。

1.4.5 绿肥生物量测定 绿肥生物量采用样方法测定,样方面积为 1 × 1 m<sup>2</sup>,将绿肥整株取走,用纯水洗净根部泥沙,晾干至自然状态下称质量,再在 95 ℃ 下杀青 10 min,65 ℃ 下烘干至恒质量,再称质量,粉碎后用于测定绿肥养分。

1.4.6 绿肥养分测定 (1) 绿肥全碳、全氮采用 ELEMENTER 公司生产的元素分析仪(Vario MAX CN)测定。

(2) 将优级纯的硝酸和高氯酸按照体积比 5 : 1 的比例

消煮烘干后的绿肥样品,制备母液,用于测定绿肥植物的全磷、全钾、全钙、全镁含量。全磷含量采用钼锑抗比色法测定,全钾含量采用火焰光度计测定,全钙、全镁含量采用原子吸收分光光度法测定。

1.5 数据处理

采用 SPSS 17.0、Sigmaplot 12.5 分析和处理数据。

2 结果与分析

2.1 不同处理对土壤抗氧化酶活性的影响

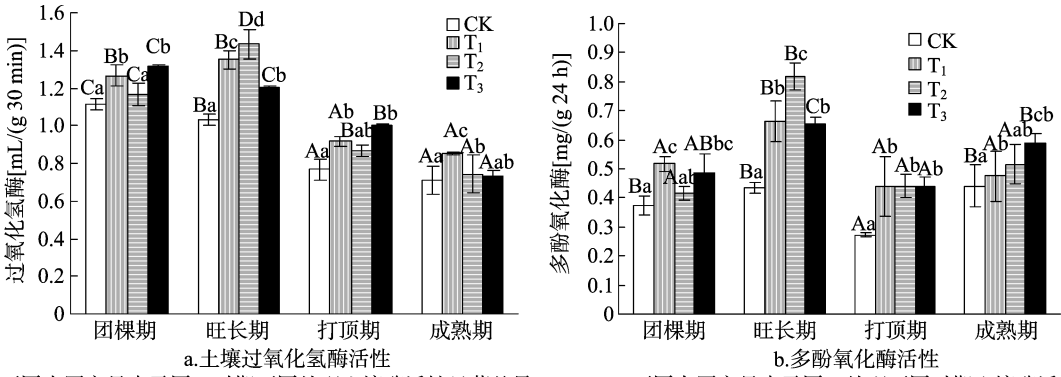
2.1.1 不同处理对土壤过氧化氢酶活性的影响 过氧化氢酶通过诱导植物分解过氧化氢来防止其对生物体造成毒害<sup>[12]</sup>。如图 2 - a 所示,团棵期土壤过氧化氢酶活性表现为 T<sub>3</sub> > T<sub>1</sub> > T<sub>2</sub> > CK, T<sub>1</sub>、T<sub>3</sub> 处理土壤过氧化氢酶活性均显著高于 CK 和 T<sub>2</sub> 处理,较 CK 处理分别提高了 13.39%、17.86%,较 T<sub>2</sub> 处理分别提高了 8.55%、12.82%,而 T<sub>2</sub> 处理土壤过氧化氢酶活性与 CK 无显著差异。旺长期 T<sub>1</sub>、T<sub>2</sub>、T<sub>3</sub> 处理土壤过氧化氢酶活性均显著高于 CK,较 CK 分别提高了 30.65%、38.71%、16.45%,且各处理两两之间均具有显著差异。打顶期各处理土壤过氧化氢酶活性高低顺序与团棵期表现一致, T<sub>1</sub>、T<sub>2</sub>、T<sub>3</sub> 处理土壤过氧化氢酶活性比 CK 分别提高了 19.57%、13.04%、30.43%。成熟期 T<sub>1</sub> 处理土壤过氧化氢酶

活性显著高于其他处理,与 CK 相比 T<sub>1</sub>、T<sub>2</sub>、T<sub>3</sub> 土壤过氧化氢酶活性分别提高了 20.19%、4.69%、3.29%。

综上所述,T<sub>1</sub>、T<sub>2</sub> 处理土壤过氧化氢酶峰值出现在旺长期,而 T<sub>3</sub> 处理土壤过氧化氢酶峰值出现在团棵期。T<sub>1</sub>、T<sub>2</sub>、T<sub>3</sub> 处理均提高了植烟土壤过氧化氢酶活性,T<sub>1</sub> 处理提高范围为 13.39%~30.65%,T<sub>2</sub> 处理提高范围为 4.48%~38.71%,T<sub>3</sub> 处理提高范围为 3.29%~30.43%。T<sub>1</sub>、T<sub>2</sub> 处理均在旺长期对土壤过氧化氢酶活性提高幅度最大,而 T<sub>3</sub> 处理在打顶期对土壤过氧化氢酶活性提高幅度最大。

2.1.2 不同处理对土壤多酚氧化酶活性的影响 多酚氧化

酶能够消化土壤中木质素分解产生的酚类物质,防止土壤中酚类积累污染土壤<sup>[13]</sup>。由图 2-b 可知,团棵期各处理土壤多酚氧化酶活性表现为 T<sub>1</sub>>T<sub>3</sub>>T<sub>2</sub>>CK,T<sub>1</sub>、T<sub>2</sub>、T<sub>3</sub> 处理分别较 CK 提高了 38.09%、10.60%、29.41%,其中 T<sub>1</sub>、T<sub>3</sub> 处理土壤多酚氧化酶活性均显著高于 CK。旺长期各处理土壤多酚氧化酶活性高低表现为 T<sub>2</sub>>T<sub>1</sub>>T<sub>3</sub>>CK,分别比 CK 高出 90.70%、53.49%、51.16%。打顶期 T<sub>1</sub>、T<sub>2</sub>、T<sub>3</sub> 处理之间土壤多酚氧化酶活性无显著差异,但都显著高于 CK,分别比 CK 高出 61.71%、62.07%、60.68%。成熟期 T<sub>1</sub>、T<sub>2</sub>、T<sub>3</sub> 处理土壤多酚氧化酶活性与 CK 相比分别高出 7.92%、16.90%、33.97%。



不同小写字母表示同一时期不同处理土壤酶活性显著差异(P<0.05),不同大写字母表示同一处理不同时期土壤酶活性显著差异(P<0.05)

图2 不同处理对土壤过氧化氢酶活性和多酚氧化酶活性的影响

对于土壤多酚氧化酶的分析表明,T<sub>1</sub>、T<sub>2</sub>、T<sub>3</sub> 处理在烟株生长的团棵期、旺长期、打顶期、成熟期均能提高土壤多酚氧化酶活性,提高范围分别为 7.92%~61.71%、10.60%~90.70%、29.41%~60.68%。与 CK 相比,T<sub>1</sub>、T<sub>3</sub> 处理在打顶期的提高幅度最大,T<sub>2</sub> 处理在旺长期的提高幅度最大。

2.2 不同处理对烟株农艺性状的影响

如表 2 所示,就烟株团棵期而言,T<sub>1</sub> 处理烟株有效叶数、最大叶长、最大叶宽、最大叶面积显著高于 CK,与 CK 相比分

别增长了 14.94%、16.83%、30.16%、52.09%,T<sub>1</sub> 处理烟株株高较 CK 增加了 5.35%。T<sub>1</sub> 处理烟株最大叶长、最大叶宽、最大叶面积与 T<sub>2</sub>、T<sub>3</sub> 差异显著,其最大叶长、最大叶宽、最大叶面积比 T<sub>2</sub> 处理分别高出 11.46%、16.26%、29.44%,与 T<sub>3</sub> 处理比较分别高出 14.56%、23.32%、41.15%。T<sub>2</sub> 处理烟株茎围比 CK 显著高出 8.50%,T<sub>3</sub> 处理烟株茎围比 CK 高出 2.29%,T<sub>2</sub>、T<sub>3</sub> 处理烟株其他农艺性状与 CK 比较差异均不显著。

表 2 不同生长期不同处理烟株农艺性状比较

生长期	处理	株高 (cm)	茎围 (cm)	有效叶数 (张)	最大叶长 (cm)	最大叶宽 (cm)	最大叶面积 (cm <sup>2</sup> )
团棵期	CK	13.46±0.36a	3.06±0.04a	7.83±0.55a	15.15±0.24a	7.03±0.46a	67.55±3.52a
	T <sub>1</sub>	14.18±0.37a	3.15±0.13ab	9.00±0.20b	17.70±0.42b	9.15±0.88b	102.74±9.08b
	T <sub>2</sub>	13.90±0.78a	3.32±0.21b	8.20±0.26ab	15.88±0.43a	7.87±0.49a	79.37±7.00a
	T <sub>3</sub>	13.49±0.48a	3.13±0.06ab	8.37±0.70ab	15.45±0.50a	7.42±0.34a	72.79±5.70a
旺长期	CK	52.67±7.42a	5.06±0.33a	17.87±0.64a	44.25±1.19a	16.40±2.31a	461.23±73.27a
	T <sub>1</sub>	59.40±7.66a	5.68±0.03b	19.20±0.87a	48.40±0.53b	17.47±1.53a	536.69±51.80ab
	T <sub>2</sub>	53.47±1.79a	5.72±0.03b	18.87±0.42a	48.67±2.50b	16.47±0.50a	508.25±23.92a
	T <sub>3</sub>	57.33±9.72a	5.68±0.18b	19.13±0.42a	53.27±1.81c	18.60±1.39a	627.66±29.22b
打顶期	CK	68.14±2.38a	7.59±0.23a	19.21±0.73a	67.47±1.50a	20.10±0.42a	860.93±36.86a
	T <sub>1</sub>	75.26±4.27b	7.68±0.07a	20.13±1.03a	68.45±1.40ab	23.77±0.95b	1 032.81±59.83b
	T <sub>2</sub>	76.23±1.34b	7.84±0.09a	19.60±1.39a	70.65±1.62b	22.61±0.61b	1 013.30±29.47b
	T <sub>3</sub>	73.16±2.45ab	7.64±0.10a	19.27±0.25a	70.75±0.86b	23.35±0.72b	1 048.57±42.13b

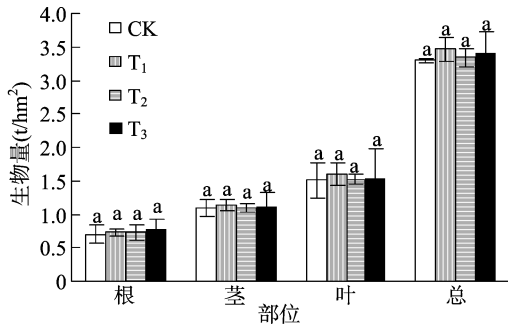
注:同一生长期同列不同小写字母表示不同处理在 0.05 水平差异显著。

烟株旺长期时,T<sub>1</sub> 处理烟株茎围、最大叶长与 CK 比较分别增加了 12.25%、9.38%,其他农艺性状与 CK 相比差异不显著。T<sub>2</sub> 处理烟株茎围、最大叶长显著高于 CK,分别比 CK 高出了 13.04%、9.99%,而其他农艺性状与 CK 相比差异不

显著。T<sub>3</sub> 处理烟株茎围、最大叶长、最大叶面积与 CK 相比均有显著提高,提高幅度分别为 12.25%、20.38%、36.08%,且其最大叶长显著高于 T<sub>1</sub>、T<sub>2</sub>,最大叶面积显著高于 T<sub>2</sub>。

烟株打顶期时,各处理烟株茎围、有效叶数差异不显著,

且 T<sub>1</sub>、T<sub>2</sub>、T<sub>3</sub> 处理的烟株所有农艺性状均无显著差异。T<sub>1</sub> 处理烟株株高、最大叶宽、最大叶面积均显著高于 CK, 分别比 CK 高出 10.45%、18.26%、19.96%。T<sub>2</sub> 处理除烟株茎围和有效叶数之外, 其他农艺性状均显著高于 CK, 与 CK 相比, T<sub>3</sub> 处理对最大叶面积提高幅度最大, 为 21.80%。T<sub>3</sub> 处理烟株最大叶长、最大叶宽以及最大叶面积均与 CK 之间存在显著差异, 分别比对照提高了 4.86%、16.17%、21.80%。综上所述, T<sub>1</sub> 处理更有利于团棵期烟株农艺性状的改善, T<sub>2</sub> 处理有利于烟株茎围的提高, T<sub>3</sub> 处理对烟株中后期最大叶长、最大叶面积的提高。

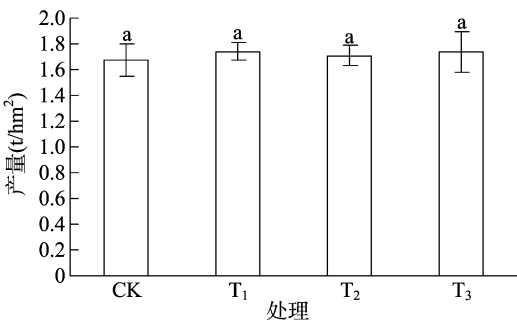


不同小写字母表示不同处理烤烟生物量或产量达显著差异水平(P<0.05)。  
图3 不同处理对烤烟生物量与产量的影响

2.3 不同处理对烟株生物量与烤烟产量的影响

如图 3 所示, 不同处理对烟株各部分生物量的影响程度各异。各处理烟株根生物量大小顺序 T<sub>3</sub> > T<sub>1</sub> = T<sub>2</sub> > CK, 烟株茎生物量大小表现为 T<sub>1</sub> > T<sub>3</sub> > T<sub>2</sub> = CK。烟株叶生物量大小表现为 T<sub>1</sub> > T<sub>3</sub> > T<sub>2</sub> > CK, T<sub>1</sub>、T<sub>2</sub>、T<sub>3</sub> 处理烟株叶生物量较 CK 均无显著性差异。各处理烟株总生物量大小表现为 T<sub>1</sub> > T<sub>3</sub> > T<sub>2</sub> > CK, 处理间差异不显著。

CK、T<sub>1</sub>、T<sub>2</sub>、T<sub>3</sub> 处理烤烟产量大小分别为 1.67、1.74、1.71、1.73 t/hm<sup>2</sup>。与 CK 相比, T<sub>1</sub>、T<sub>2</sub>、T<sub>3</sub> 处理烤烟产量分别增加了 4.19%、2.40%、3.59%。



2.4 不同处理对烤烟化学成分的影响

取不同处理的 B<sub>2</sub>F(上桔二)、C<sub>3</sub>F(中桔三)、X<sub>2</sub>F(下桔二)3 个部位的烤烟分别测其烟碱、总糖、还原糖、总氮、总钾

含量百分比, 并计算糖碱比(还原糖/烟碱)、两糖比(还原糖/总糖)、氮碱比(总氮/烟碱), 所得结果如表 3 所示。不同处理对不同部位的烤烟各化学成分影响各异。

表 3 不同处理对烤烟不同部位化学成分的影响

部位	处理	烟碱含量 (%)	总糖含量 (%)	还原糖含量 (%)	总氮含量 (%)	总钾含量 (%)	糖碱比	两糖比	氮碱比
B <sub>2</sub> F	CK	2.98Cbc	28.89Aa	22.38Aa	2.06Ba	1.54Abc	7.49Aa	0.78Aa	0.69Aa
	T <sub>1</sub>	2.17Ba	31.83ABa	24.75Bab	1.84ABa	1.62Ac	11.69Ab	0.78Aa	0.86Ac
	T <sub>2</sub>	2.71Bb	30.87Aa	26.11Ab	2.09Ca	1.39Aa	9.67Aab	0.85Aa	0.77Ab
	T <sub>3</sub>	3.24Cc	29.06ABa	23.93Bab	2.13Ba	1.42Aab	7.39Aa	0.82Ca	0.66Aa
C <sub>3</sub> F	CK	2.21Bb	34.03Ca	25.59Ab	1.71Aab	1.60Aab	11.59Ba	0.75Aa	0.77Ba
	T <sub>1</sub>	1.47Aa	35.54Ba	26.07Bb	1.60Ac	1.87Ac	17.80Bb	0.73Aa	1.09Bb
	T <sub>2</sub>	1.51Aa	32.72Aa	26.35Ab	1.54Abc	1.75Abc	17.49Bb	0.83Aa	1.03Bb
	T <sub>3</sub>	2.41Bb	31.58Ba	21.43Aa	1.71Aa	1.46Aa	9.11ABa	0.68Aa	0.71Aa
X <sub>2</sub> F	CK	1.71Ab	31.84Bb	24.64Ab	1.80ABa	2.53Bbc	14.46Cbc	0.77Aa	1.05Ca
	T <sub>1</sub>	1.78ABb	28.04Aab	20.73Aa	2.00Ba	2.23Bab	11.65Aab	0.74Aa	1.12Bb
	T <sub>2</sub>	1.44Aa	31.18Ab	22.77Aab	1.81Ba	2.34Bc	15.91Bc	0.73Aa	1.25Cc
	T <sub>3</sub>	1.84Ab	27.29Aa	20.13Aa	1.97Ba	2.32Ba	10.95Ba	0.74Ba	1.07Ba

注: 同列不同小写字母表示同一部位不同处理烤烟化学成分在 0.05 水平差异显著, 同一列不同大写字母表示同一处理不同部位烤烟化学成分在 0.05 水平差异显著。

单因素方差分析表明, 与 CK 相比, T<sub>1</sub> 处理 B<sub>2</sub>F(上桔二)烤烟烟碱含量显著降低了 27.18%; 各处理总糖含量表现为 T<sub>1</sub> > T<sub>2</sub> > T<sub>3</sub> > CK, 还原糖含量表现为 T<sub>2</sub> > T<sub>1</sub> > T<sub>3</sub> > CK。说明, 翻压绿肥后对上部烤烟糖类均有所提高, 其中与 CK 相比, T<sub>2</sub> 处理的上部烤烟还原糖含量显著提高了 16.67%。各处理间上部烤烟的总氮含量差异不显著, T<sub>2</sub>、T<sub>3</sub> 处理略高于 CK, 而 T<sub>1</sub> 处理略低于 CK。对于上部烤烟总钾而言, T<sub>1</sub> 处理提高了 5.19%, 而 T<sub>2</sub>、T<sub>3</sub> 处理分别降低了 9.74%、7.79%。T<sub>1</sub>、T<sub>2</sub> 处理糖碱比、氮碱比均高于 CK, 而 T<sub>3</sub> 处理却与之相反。

对于 C<sub>3</sub>F(中桔三)而言, 与 CK 相比 T<sub>1</sub>、T<sub>2</sub> 处理均显著降低了烟碱含量, 分别降低了 33.48%、31.67%, T<sub>3</sub> 处理烟碱含量略高于 CK。各处理总糖含量差异不显著, T<sub>1</sub> 处理略高于 CK, T<sub>2</sub>、T<sub>3</sub> 略低于 CK。T<sub>3</sub> 处理还原糖含量显著低于其他处理, 相对 CK 降低了 16.25%。T<sub>1</sub>、T<sub>2</sub>、T<sub>3</sub> 处理总氮含量均不高于 CK, 其中 T<sub>1</sub> 处理总氮显著低于 CK 和 T<sub>3</sub>, 降低幅度均为 6.43%。总钾含量大小表现为 T<sub>1</sub> > T<sub>2</sub> > CK > T<sub>3</sub>, T<sub>1</sub> 处理总钾含量显著高于 CK, 相对 CK 提高了 16.88%。T<sub>1</sub>、T<sub>2</sub> 处理糖碱比与氮碱比均显著高于 CK, T<sub>3</sub> 处理糖碱比、两糖比以及氮碱

比均低于CK。

各处理对 $X_2F$ (下桔二)总氮和两糖比影响不显著,对该部位烤烟其他化学成分含量影响显著。 $T_1$ 、 $T_3$ 处理烟碱略高于CK。总糖与还原糖大小均表现为 $CK > T_2 > T_1 > T_3$ , $T_3$ 处理总糖与还原糖相对CK分别降低14.29%、18.30%。总氮大小表现为 $T_1 > T_3 > T_2 > CK$ ,各处理无显著差异。总钾大小表现为 $CK > T_2 > T_3 > T_1$ , $T_3$ 处理显著低于CK。CK处理下桔二烤烟糖碱比、两糖比均大于 $T_1$ 、 $T_3$ 处理。

### 3 讨论与结论

土壤酶作为土壤重要组成部分,可以作为土壤活性的标志<sup>[14-15]</sup>。本研究发现与对照组相比翻压光叶苕子、黑麦草、紫云英均能提高植烟土壤过氧化氢酶与多酚氧化酶活性,这与肖嫩群等研究紫云英还田的结果<sup>[16]</sup>一致。本研究发现不同处理土壤过氧化氢酶和多酚氧化酶活性最高值大都出现在烟草旺长期,这与李正等研究翻压黑麦草的结果<sup>[17-18]</sup>吻合,与绿肥翻压后为土壤提供充足酶活底物有关。

绿肥作为有机肥,翻压后通过提高植烟土壤酶活性、补充养分来影响烤烟农艺性状与生物量,达到增产的效果<sup>[19]</sup>。刘建香等在云南红壤地区翻压不同量的光叶苕子,其结果表明翻压光叶苕子能显著提升烤烟农艺性状水平<sup>[20]</sup>。和七红等发现翻压苕子、箭舌豌豆、黑麦草能增加烤烟有效叶数、叶长、叶宽,与之本研究结果<sup>[21]</sup>一致。

绿肥翻压可以提高作物产量。Maiksteniene等研究表明,紫花苜蓿和红车轴草翻压后小麦产量分别提高了18.50%和28.30%<sup>[22]</sup>。本研究发现 $T_1$ 、 $T_2$ 、 $T_3$ 处理烟株总生物量分别提高了4.83%、1.20%、3.32%,产量分别提高了70、40、60 kg/hm<sup>2</sup>;齐耀程等研究发现皖南地区翻压紫云英后烤烟增产3.53%<sup>[23]</sup>,本研究结果与之基本一致。

烤烟吃味与烤烟烟碱、总氮、总糖、还原糖等均存在相关关系,烤烟中各种物质含量均会影响到烤烟吃味<sup>[24]</sup>。本研究发现, $T_1$ 处理降低了中上部烤烟烟碱含量, $T_2$ 处理烤烟上中下3个部位烤烟烟碱含量均降低了, $T_1$ 、 $T_2$ 处理对烟碱影响的结果与田峰等研究结果<sup>[25]</sup>一致, $T_3$ 处理与 $T_2$ 处理刚好相反,上中下3个部位烤烟烟碱含量较CK均有所上升,这应该是由 $T_3$ 处理给土壤提供了大量的氮素所致,因此在翻压紫云英后要根据紫云英含氮量和氮素释放率扣除部分氮肥施用量。虽然 $T_3$ 处理导致烤烟烟碱含量上升,但同时也提高了烤烟总氮含量。籽粒苋是一种富含钾素的绿肥,翻压石屹等研究表明翻压籽粒苋后,烤烟上桔二( $B_2F$ )、中桔三( $C_3F$ )、下桔二( $X_2F$ )3个部位总钾含量分别提高了36.00%、36.00%、50.00%<sup>[26]</sup>。本研究发现, $T_1$ 处理最高可将中部烤烟总钾含量提高16.88%,与前者研究相比,本研究中总钾提高幅度较小,这可能是由于绿肥品种不同所致。本研究还发现, $T_2$ 处理更有利于烤烟糖类物质积累,这可能与黑麦草本身碳氮比较高,提供的氮素少有关。

### 参考文献:

- [1] 邓阳春,黄建国. 长期连作对烤烟产量和土壤养分的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2010,16(4):840-845.

- [2] 尚志强. 秸秆还田与覆盖对植烟土壤性状和产量质量的影响[J]. 土壤通报,2008,39(3):706-708.
- [3] 常铁梅,陈红丽,周雅宁,等. 腐熟秸秆对植烟土壤酶活性与部分养分的影响[J]. 河南农业大学学报,2014,48(3):269-274.
- [4] 熊德中,刘淑欣,李春英,等. 有机-无机肥配施对土壤养分和烤烟生育的影响[J]. 福建农业大学学报,1996(3):345-349.
- [5] 曹卫东,黄鸿翔. 关于我国恢复和发展绿肥若干问题的思考[J]. 中国土壤与肥料,2009(4):1-3.
- [6] 但国涵,赵书军,王 瑞,等. 连年翻压绿肥对植烟土壤物理及生物性状的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2014(4):905-912.
- [7] 熊顺贵. 基础土壤学[M]. 北京:中国农业出版社,2001.
- [8] 孙 颖,赵晓会,和文祥,等. 绿肥对土壤酶活性的影响[J]. 西北农业学报,2011,20(3):115-119.
- [9] Elfstrand S, Bath B, Martensson A. Influence of various forms of green manure amendment on soil microbial community composition, enzyme activity and nutrient levels in leek[J]. Applied Soil Ecology, 2007, 36(1):70-82.
- [10] 林先贵. 土壤微生物研究原理与方法[M]. 北京:高等教育出版社,2010.
- [11] 关松荫. 土壤酶及其研究法[M]. 北京:中国农业出版社,1986.
- [12] 樊 军,郝明德. 长期施用化肥对黑垆土酶活性影响[J]. 土壤肥料,2003(5):34-37.
- [13] 丁克强,骆永明,刘世亮,等. 黑麦草对非污染土壤修复的初步研究[J]. 土壤,2002,34(4):233-236.
- [14] 刘善江,夏 雪,陈桂梅,等. 土壤酶的研究进展[J]. 中国农学通报,2011,27(21):1-7.
- [15] 张黎明,邓小华,周米良,等. 不同种类绿肥翻压还田对植烟土壤微生物量及酶活性的影响[J]. 中国烟草科学,2016,37(4):13-18.
- [16] 肖嫩群,张洪霞,成 壮,等. 紫云英还田量对烟田土壤微生物及酶的影响[J]. 中国生态农业学报,2010,18(4):711-715.
- [17] 李 正,刘国顺,敬海霞,等. 绿肥与化肥配施对植烟土壤微生物量及供氮能力的影响[J]. 草业学报,2011,20(6):126-134.
- [18] 刘国顺,李 正,敬海霞,等. 连年翻压绿肥对植烟土壤微生物量及酶活性的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2010,16(6):1472-1478.
- [19] 刘杏兰,高 宗,刘存寿,等. 有机-无机肥配施的增产效应及对土壤肥力影响的定位研究[J]. 土壤学报,1996(2):138-147.
- [20] 刘建香,曹卫东,郭云周,等. 红壤翻压绿肥对烟草农艺性状及线虫危害的影响[J]. 中国土壤与肥料,2015(4):123-127.
- [21] 和七红,齐绍武,梁仲哲. 翻压不同品种绿肥对土壤肥力及烤烟产质量的影响[J]. 浙江农业科学,2016,57(9):1399-1402.
- [22] Maiksteniene S, Arlauskienė A. Effect of preceding crops and green manure on the fertility of clay loam soil[J]. Agronomy Research, 2004,2(1):87-97.
- [23] 齐耀程,崔权仁,周本国,等. 不同冬种绿肥对皖南烟区烤烟产质量的影响[J]. 中国烟草科学,2016,37(6):32-36.
- [24] 杜咏梅,郭承芳,张怀宝,等. 水溶性糖、烟碱、总氮含量与烤烟吃味品质的关系研究[J]. 中国烟草科学,2000(1):9-12.
- [25] 田 峰,陆中山,邓小华,等. 湘西烟区翻压不同绿肥品种的生态和烤烟效应[J]. 中国烟草学报,2015,21(4):56-62.
- [26] 石 屹,计 玉,姜鹏超,等. 富钾绿肥籽粒苋对夏烟烟叶品质的影响研究[J]. 中国烟草科学,2002,(3):5-7.