

李佳颖,刘新源,李洪臣,等. 三门峡土壤有机质含量分布特征及其与烟叶品质的关系[J]. 江苏农业科学,2016,44(12):475-479.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.12.141

三门峡土壤有机质含量分布特征 及其与烟叶品质的关系

李佳颖¹, 刘新源¹, 李洪臣¹, 邢云霞¹, 叶协锋²

(1. 河南省烟草公司三门峡市公司, 河南三门峡 472000; 2. 河南农业大学烟草学院/国家烟草栽培生理生化研究基地, 河南郑州 450002)

摘要:通过分析河南省三门峡市4个烟区土壤与烟叶各68份成对样品的测试数据,运用多重比较、最优曲线回归和灰色关联度分析等方法,研究了三门峡土壤有机质含量分布特征及其与烟叶品质的关系。结果表明:土壤有机质含量平均值为13.63 g/kg,大多分布于10~20 g/kg之间;高类群总糖、还原糖含量和钾氯比分别与中、低类群间差异显著;高、中类群总氮和烟碱含量分别与低类群间差异显著;不同有机质类群间绿原酸具有显著性差异,而莨菪亭和芸香苷差异均不显著;中、低类群烟叶中磷和钙含量显著高于高类群,高、中类群铁含量显著高于低类群;土壤有机质含量与总糖和烟碱呈极显著正相关,与钾氯比呈显著负相关;绿原酸与土壤有机质含量呈S形曲线方程,且其决定系数($R^2=0.650$)达到显著水平;土壤有机质含量与烟叶中铁含量呈极显著正相关,与钙、锌显著正相关,与磷显著负相关,关联顺序依次为钙>铁>锌>磷>铜>镁>硫。

关键词:土壤有机质;烟叶品质;三门峡烟区;烤烟

中图分类号: S572.06;S153.6⁺21 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)12-0475-05

土壤有机质是烟草农业生产中烟株所需的速效养分的主要来源,烟株吸收的大部分氮、磷、硫和某些微量元素均来源于土壤有机质的矿化过程。同时,土壤有机质的吸水能力可达到其自身质量的10~30倍,因此,它对平衡土壤持水量有促进作用。土壤矿化颗粒与有机质所形成的团聚体,对增强土壤本身的抗风蚀和水蚀能力起到不可估量的积极作用。有报道称,充足丰富的土壤有机质不仅能够提高土壤供氮能力和氮素利用率^[1-2],而且对协调烟株碳氮代谢平衡和提高烟

叶的吸食香气品质有重要作用^[3-4]。已有研究主要分析了三门峡生态环境特点与烟叶质量的关系^[5],但是尚缺乏对土壤有机质含量状况及其与烟叶品质的关系分析。本研究采用多重比较、最优曲线回归、逐步回归分析、简单相关分析和灰色关联度分析等方法着重分析了三门峡土壤有机质含量状况,并研究了土壤有机质含量与烟叶常规化学成分、多酚类物质和矿质营养元素之间的关系,以期通过生态平衡施肥技术,平衡土壤矿质元素的养分供给,达到植烟土壤可持续生产利用的目的,从而为三门峡烤烟整体质量的提高和原料的合理配置和使用提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 样品的采集和制备

2014年,在河南省三门峡市所属的卢氏县、灵宝市、渑池县和陕县4个烟区,使用GPS定位技术,采集有代表性的土

收稿日期:2016-03-03

基金项目:中国烟草总公司重大专项(编号:110201101001 TS-01)。

作者简介:李佳颖(1987—),男,河南获嘉人,硕士研究生,主要从事烟叶生产和烟叶质量评价工作。E-mail:lijy21@163.com。

通信作者:叶协锋,博士,副教授,主要从事烟草栽培生理生化研究。

E-mail:yexiefeng@163.com。

展[J]. 节能技术,2014,32(2):120-124.

[9]吴创之,马隆龙. 生物质能现代化利用技术[M]. 北京:化学工业出版社,2003.

[10]高先声. 生物的能源利用和生物质气化[J]. 太阳能,2002(1):5-7.

[11]陈温福,张伟明,孟军,等. 生物炭应用技术研究[J]. 中国工程科学,2011,13(2):83-89.

[12]方梦祥,陈冠益,骆仲决. 反应条件对稻秆热解产物分布的影响[J]. 燃料化学学报,1998,26(2):180-184.

[13]王允圃,刘玉环,阮榕生,等. 稻壳热解动力学研究对比及理化性质分析[J]. 农机化研究,2015(3):254-257,268.

[14]程旭云,牛智有,晏红梅,等. 基于工业分析指标的生物质秸秆热值模型构建[J]. 农业工程学报,2013,29(11):196-202.

[15]吴逸民,赵增立,李海滨,等. 生物质主要组分低温热解研究

[J]. 燃料化学学报,2009,37(4):427-432.

[16]Wang T J, Chang J, Lv P. Synthesis gas production via biomass catalytic gasification with addition of biogas[J]. Energy & Fuels, 2005,19(2):637-644.

[17]朱锡锋. 生物质热解原理与技术[M]. 合肥:中国科学技术大学出版社,2006.

[18]Zhang Z X, Yan W, Jun M, et al. A biochar manufacturing furnace based on laboratory studies[J]. Journal of Advanced Manufacturing Systems, 2012,11(2):159-163.

[19]孟军,张伟明,王绍斌,等. 农林废弃物炭化还田技术的发展与前景[J]. 沈阳农业大学学报,2011,42(4):387-392.

[20]Zhang Z X, Wu J, Meng J, et al. Research on carbonised process characteristics of biomass[J]. Materials Research Innovations, 2014,18(5):79-81.

壤样品 68 份。采用五点取样法,分别采集耕层 0~20 cm 的土壤,然后充分混匀,保留每块烟田的混合土样 2.0 kg,经风干、磨细、过筛、混匀、装瓶后备用。取样时,避免路边、田边、沟边和堆积肥料等特殊地方。

在采集土壤的烟田,种植同一烤烟品种(云烟 87),对应采集烟叶样品 68 份(烟株自上而下 8~12 叶位),每份烟叶样品 2.5 kg,并用牛皮纸包好。样品于 42 ℃ 烘干至恒质量、去主脉粉碎、过 60 目筛,混匀,备用。

1.2 测试项目和方法

1.2.1 土壤有机质的测定 土壤有机质含量采用重铬酸钾容量法(外加热法)测定^[6]。

1.2.2 烟叶化学成分的测定 本试验所采集的烟叶样品化学成分的测定按统一的测试分析方法进行化验分析,详见表 1。

表 1 烟叶化学成分的测试指标和方法

类别	指标	分析测试方法
常规化学成分	总糖	蒽酮显色法(乙醇提取)
	还原糖	3,5-二硝基水杨酸比色法
	烟碱	脱色提取法
	总氮	过氧化氢-硫酸消化法
	钾	火焰光度法
	氯	莫尔法
	淀粉	蒽酮比色法
	绿原酸	芒森-沃克法
	茛菪亭	芒森-沃克法
	芸香苷	芒森-沃克法
多酚		
矿质营养元素	磷	原子吸收分光光度法
	钙	原子吸收分光光度法
	镁	原子吸收分光光度法
	硫	比色法
	锌	原子吸收分光光度法
	铜	原子吸收分光光度法
	铁	原子吸收分光光度法

其中烟叶常规化学成分测定指标包括总糖、还原糖、烟碱、总氮、钾、氯和淀粉,并分别计算糖碱比、氮碱比和钾氯比等复合指标,采用流动分析仪,由河南许昌天昌国际复烤厂技术中心完成测定。

烟叶多酚物质测定指标包括绿原酸、茛菪亭和芸香苷,在河南农业大学国家烟草栽培生理生化研究基地进行测定。

烟叶矿质营养元素指标主要包括以下 7 项指标:磷、钙、镁、硫、锌、铜和铁。各指标具体测定方法参考文献[7]进行,并委托河南农业大学烟草学院烟草品质生态实验室完成分析测定。

1.3 数据统计与处理分析

运用 DPS 7.05 统计软件,对试验数据进行多重比较、逐步回归分析和灰色关联度分析;描述性统计分析和线性回归分析等均采用 SPSS 19.0 软件进行。

2 结果与分析

2.1 三门峡植烟土壤有机质含量的总体分布状况

2.1.1 土壤有机质含量描述性统计分析 三门峡植烟土壤有机质含量的描述性统计分析如表 2 所示,结果显示,土壤有机质含量平均值为 13.63 g/kg,最小值为 4.32 g/kg,最大值为 23.54 g/kg,变异系数较大,达到 35.07%。峰度系数为 -0.511,说明土壤有机质分布特征属平阔峰,偏度系数为 0.020,属于正向偏态峰。

2.1.2 土壤有机质含量的频数分布状况 三门峡土壤有机质含量的频数分布状况如表 3 和图 1 所示。由表 3 可知,有机质含量 <5 g/kg 和 >20 g/kg 的样本数分别为 4 和 8,占总样本数的百分比为 5.88% 和 11.76%;5~<10、10~<15、15~20 g/kg 的样本数分别为 13、26、17,其样品分别占总样本数的 19.12%、38.24%、25.00%。图 1 表明,土壤有机质含量多分布在 10~20 g/kg 之间,整体上呈近似对称型。

表 2 土壤有机质含量的描述性统计分析

指标	样本数	最小值(g/kg)	最大值(g/kg)	平均值(g/kg)	标准差	变异系数(%)	偏度系数	峰度系数
有机质	68	4.32	23.54	13.63	4.78	35.07	0.020	-0.511

表 3 土壤有机质含量的频数分布

有机质含量区间(g/kg)	样本数(个)	百分率(%)	累积百分率(%)
<5	4	5.88	5.88
5~<10	13	19.12	25.00
10~<15	26	38.24	63.24
15~20	17	25.00	88.24
>20	8	11.76	100.00

2.2 不同土壤有机质类群的烟叶质量特征分析

2.2.1 土壤有机质的聚类分析 为了研究土壤有机质含量与烟叶质量的关系,采用离差平方和法对三门峡 68 份土壤样品的有机质含量进行系统聚类分析,可将其划分为低、中、高 3 个类群,不同类群土壤有机质含量的变异分析如表 4 所示。低土壤有机质类群包含的样本数为 23 个,占总样本数的 33.82%,其有机质平均含量为 8.37 g/kg;中土壤有机质类群包含的样本数为 30 个,占样本总数的 44.12%,平均含量为

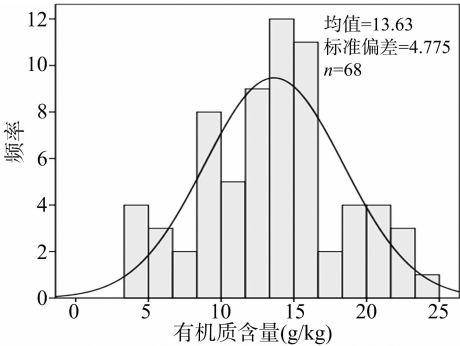


图 1 土壤有机质含量的频数分布状况

14.36 g/kg;高土壤有机质类群的样本数为 15 个,占样本总数的 22.06%,其平均含量为 20.25 g/kg。低、高、中有机质类群的变异系数依次递减,分别为 27.96%、9.73%、8.64%。

2.2.2 不同有机质类群间烟叶常规化学成分对比分析 不同有机质类群间烟叶常规化学成分对比分析如表 5 所示。结

表 4 不同类群土壤有机质含量的变异分析

类群	样本数	最小值 (g/kg)	最大值 (g/kg)	平均值 (g/kg)	变异系数 (%)
低类群	23	4.32	11.69	8.37	27.96
中类群	30	11.71	16.37	14.36	8.64
高类群	15	16.40	23.54	20.25	9.73

果显示,还原糖、淀粉、钾含量和钾氯比在不同有机质类群间表现为高有机质类群>低有机质类群>中有机质类群;总糖、烟碱和总氮含量表现为高类群>中类群>低类群;氯含量表

表 5 不同有机质类群间烟叶常规化学成分对比分析

类群	总糖含量 (%)	还原糖含量 (%)	总氮含量 (%)	烟碱含量 (%)	淀粉含量 (%)	钾含量 (%)	氯含量 (%)	糖碱比	氮碱比	钾氯比
低	29.15b	22.74b	1.67b	1.89b	3.87a	1.60a	0.28a	14.95a	0.88a	6.24b
中	29.72b	22.68b	1.97a	2.14a	3.38b	1.52a	0.25a	13.35b	0.92a	6.06b
高	31.94a	24.16a	2.01a	2.23a	4.12a	1.78a	0.21a	13.77b	0.90a	8.32a

注:同列数据后不同小写字母表示 0.05 水平上差异显著。表 6、表 7 同。

2.2.3 不同有机质类群间烟叶多酚物质含量对比分析 烟叶多酚类物质对烟株具有重要的生理生化作用,且对烤烟品质具有重要影响,也是烟草重要的香气前体物^[8-12]。不同有机质类群间烟叶多酚物质含量对比分析如表 6 所示。结果表明,绿原酸含量在不同有机质类群间具有显著性差异,中有机质类群显著高于低有机质类群,高有机质类群与中和低类群间差异均不显著;萜荭亭含量在不同有机质类群间差异不显著,这说明烟叶萜荭亭的含量与土壤有机质含量关联较小;芸香苷含量在不同有机质类群间差异也不显著,且以低有机质类群最高,表现为低类群>中类群>高类群。

表 6 不同有机质类群间烟叶多酚物质含量对比分析

类群	绿原酸含量 (mg/g)	萜荭亭含量 (mg/g)	芸香苷含量 (mg/g)
低	13.56b	0.05a	12.73a
中	15.04a	0.05a	12.62a
高	14.32ab	0.06a	12.56a

2.2.4 不同有机质类群间烟叶矿质元素含量对比分析 由表 7 可知,烟叶中镁、硫、锌、铜和铁含量在不同有机质类群间表现为高有机质类群>中有机质类群>低有机质类群;磷含量表现为中类群>低类群>高类群;钙含量表现为:低类群>中类群>高类群。不同有机质类群间烟叶矿质元素含量的多重比较结果表明,中、低有机质类群烟叶中磷和钙含量显著高于高有机质类群;高、中类群铁含量显著高于低类群;高、低类群间烟叶硫含量差异显著,但它们与中类群间差异不显著;锌含量在 3 类有机质类群间差异显著;镁和铜含量在 3 类有机质类群间差异均不显著。

表 7 不同有机质类群间烟叶矿质元素含量对比分析

类群	磷 (%)	钙 (%)	镁 (%)	硫 (%)	锌 (mg/kg)	铜 (mg/kg)	铁 (mg/kg)
低	0.23a	2.45a	0.40a	0.24b	43.74c	13.62a	201.46b
中	0.24a	2.34a	0.42a	0.26ab	48.67b	14.03a	224.51a
高	0.17b	2.07b	0.43a	0.28a	54.65a	14.20a	230.57a

2.3 土壤有机质含量与烤烟品质的关系研究

2.3.1 土壤有机质含量与烤烟常规化学成分的关系 以烟叶常规化学成分 10 项指标作为自变量,分别为总糖含量

现为低类群>中类群>高类群;糖碱比表现为低类群>高类群>中类群;氮碱比表现为中类群>高类群>低类群。不同有机质类群间,烟叶常规化学成分 10 项指标的多重比较结果表明,高有机质类群总糖、还原糖含量和钾氯比分别与中、低有机质类群间差异显著,且中、低有机质类群间差异不显著;高、中类群总氮和烟碱含量分别与低类群间差异显著,但高、中类群间差异不显著;高、低类群淀粉含量分别与中类群间差异显著;低类群糖碱比分别与高、中类群间差异显著;烟叶钾和氯含量在 3 类有机质类群间差异均不显著。

(x_1)、还原糖含量(x_2)、总氮含量(x_3)、烟碱含量(x_4)、淀粉含量(x_5)、钾含量(x_6)、氯含量(x_7)、糖碱比(x_8)、氮碱比(x_9)、钾氯比(x_{10}),以土壤有机质含量作为因变量(y),将烤烟常规化学成分和土壤有机质含量两两作为具有平行关系的变数,数据标准化后,进行逐步回归分析,建立多元线性回归方程。计算得到的烤烟化学成分指标和土壤有机质含量的回归方程为:

$$y = -24.572\ 0 + 0.465\ 0x_1 + 0.991\ 9x_2 + 0.743\ 3x_4 + 0.056\ 1x_8 - 0.030\ 2x_{10} \quad (R=0.821\ 6^{**})。$$

上述方程式相关系数为 $R=0.821\ 6$,经检验达到了极显著水平,表明烤烟化学成分筛选出的 5 项指标与土壤有机质含量的回归方程具有较高的精度。分析结果表明,土壤有机质含量与烤烟常规化学成分各指标中的总糖含量、还原糖含量、烟碱含量、糖碱比和钾氯比等 5 项指标关系密切,而与总氮含量、淀粉含量、钾含量、氯含量和氮碱比等指标无明显相关性。

为反映烤烟常规化学成分与土壤有机质含量的真实关联性,进一步进行偏相关分析,结果(表 8)表明,土壤有机质含量(y)与总糖含量(x_1)、烟碱含量(x_4)呈极显著正相关关系,偏相关系数分别为 0.836 9 和 0.896 7,说明烤烟总糖、烟碱含量与土壤有机质含量密切相关,在一定范围内(4.32 ~ 23.54 g/kg),土壤有机质含量越高,烟叶还原糖、烟碱含量越高;土壤有机质含量(y)与还原糖含量(x_2)和糖碱比(x_8)呈显著正相关,说明土壤有机质含量越高,则有利于烤烟还原糖的积累和糖碱比的提高;而土壤有机质含量(y)与钾氯比(x_{10})呈显著负相关,说明随着土壤有机质含量的增高,烟叶钾氯比呈现出减小的趋势。土壤有机质含量(y)与总氮含量(x_3)、淀粉含量(x_5)、钾含量(x_6)、氯含量(x_7)和氮碱比(x_9)的偏相关系数未达到显著水平,说明土壤有机质含量的高低与总氮含量、淀粉含量、钾含量、氯含量和氮碱比等常规化学成分指标关系不明显。

2.3.2 土壤有机质含量与烟叶多酚物质含量的回归分析 将土壤有机质含量作为自变量 x ,多酚类物质含量作为因变量 y ,分别对土壤有机质含量与烟叶多酚类 3 种物质含量进行回归分析,并对方程进行模拟寻优,得到土壤有机质含量与

表 8 土壤有机质含量与烤烟常规化学成分的偏相关分析

指标	偏相关系数	<i>t</i> 检验值	<i>P</i> 值
总糖含量(<i>x</i> ₁)	0.836 9 **	2.495 9	0.005 8
还原糖含量(<i>x</i> ₂)	0.658 6 *	3.492 4	0.019 6
烟碱含量(<i>x</i> ₄)	0.896 7 **	3.960 9	0.002 7
糖碱比(<i>x</i> ₈)	0.560 7 *	2.031 7	0.026 7
钾氯比(<i>x</i> ₁₀)	-0.519 6 *	1.824 4	0.038 1

多酚物质含量的回归方程,并对回归方程求 *r*² 值和进行显著性检验。最优回归方程如表 9 所示。

表 9 土壤有机质含量(*x*)与烟叶多酚物质含量(*y*)的回归分析
(4.32 g/kg≤*x*≤23.54 g/kg)

指标	回归方程	<i>r</i> ²	<i>F</i> 值
绿原酸含量	<i>y</i> = e ^(1.461+16.754/<i>x</i>)	0.650	13.71 *
莨菪亭含量	<i>y</i> = -0.005 <i>x</i> ² + 0.060 <i>x</i> - 0.070	0.437	2.70
芸香苷含量	<i>y</i> = -0.104 <i>x</i> ² + 2.134 <i>x</i> + 6.648	0.569	4.20

由表 9 可知,绿原酸含量与土壤有机质含量呈 S 形曲线方程,其决定系数为 0.650,经 *F* 检验,达到显著水平,即随着土壤有机质含量的增加,烟叶绿原酸含量呈现降低的趋势。莨菪亭含量、芸香苷含量分别与土壤有机质含量建立的回归方程经 *F* 检验不显著,说明其与有机质含量没有明显的回归关系。其中,当土壤有机质含量达到 15.68 g/kg 后,莨菪亭含量变化较小;而芸香苷含量与土壤有机质含量的关系较为复杂。

2.3.3 土壤有机质与烟叶矿质营养元素的关系

2.3.3.1 土壤有机质含量与烟叶矿质营养元素的简单相关分析 将三门峡土壤有机质含量与烟叶矿质营养元素进行简单相关分析,结果见表 10。结果表明:烟叶钙、硫、锌和铁含量与土壤有机质含量呈正相关,即随着土壤有机质含量的提高,烟叶中钙、硫、锌和铁的含量呈现增加的趋势,其中,铁与土壤有机质的相关性达到了 1% 的极显著水平,钙和锌与土壤有机质显著相关,硫与土壤有机质的相关性不显著;烟叶磷、镁和铜含量与土壤有机质含量呈负相关,即随着土壤有机质含量的提高,烟叶中磷、镁和铜含量呈现减少的趋势,其中磷与土壤有机质显著负相关,镁和铜与土壤有机质的相关性不显著。

表 10 土壤有机质含量与烟叶矿质营养元素含量简单相关分析

指标	磷含量	钙含量	镁含量	硫含量	锌含量	铜含量	铁含量
有机质含量	-0.52 *	0.55 *	-0.26	0.30	0.51 *	-0.48	0.63 **

2.3.3.2 土壤有机质含量与烟叶矿质营养元素的灰色关联度分析 将土壤有机质含量作为参考数列,烟叶矿质营养元素作为比较数列,利用灰色关联度将土壤有机质与烟叶矿质营养元素进行分析,关联度越大,说明参考数列对比较数列的影响就越大。将土壤有机质含量与烟叶矿质营养元素的 7 项指标进行均值化处理后进行灰色关联度分析。

参考数列:*X*₀ = [*x*₀(*k*), *k* = 1, 2, 3, …, *n*] = [*x*₀(1)];
比较数列:*X*_{*i*} = [*x*_{*i*}(*k*), *k* = 1, 2, 3, …, *i*] = [*x*_{*i*}(1), *x*_{*i*}(2), …, *x*_{*i*}(7)]。

式中:*i* = 1 磷, 2 钙, 3 镁, 4 硫, 5 锌, 6 铜, 7 铁; *n* 为自然数。

则比较数列 *X*_{*i*} 对参考数列 *X*₀ 的关联系数为:

$$\varepsilon_{i(k)} = \frac{\min_k |x_0(k) - x_i(k)| + \rho \max_k |x_0(k) - x_i(k)|}{|x_0(k) - x_i(k)| + \rho \max_k |x_0(k) - x_i(k)|}^{\circ}$$

ρ 为分辨系数,取值 0.5。

$$\text{灰色关联度:} r(x_0, x_i) = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \varepsilon_i(k)$$

通过土壤有机质与烟叶矿质营养元素 7 项指标的灰色关联度分析,可将有机质与矿质营养元素各指标的关联程度按大小顺序进行排列,结果如表 11 所示。由表 11 可知,在土壤有机质含量与矿质营养元素含量的灰色关联度中,以钙最大,铁次之,硫最小,灰色关联系数分别为 0.708 2、0.635 2、0.598 9。烟叶中钙、铁含量与土壤有机质含量的关系较为密切。关联序顺序依次为钙>铁>锌>磷>铜>镁>硫。

表 11 土壤有机质含量与烟叶矿质营养元素含量的灰色关联度分析

指标	关联系数	关联序
磷含量	0.628 0	4
钙含量	0.708 2	1
镁含量	0.611 8	6
硫含量	0.598 9	7
锌含量	0.632 6	3
铜含量	0.617 4	5
铁含量	0.635 2	2

3 讨论与结论

三门峡烟区土壤有机质含量平均值为 13.63 g/kg,总体上较为丰富,但整体变异系数较大,达到 35.07%,说明三门峡植烟土壤有机质含量受到多重因素的综合影响。土壤有机质含量多分布在 10~20 g/kg 之间,其占总样本数的一半以上,为 63.24%。陈江华等研究认为,我国黄淮烟区适宜的植烟土壤有机质含量为 10~20 g/kg^[13],由此可见,三门峡烟区植烟土壤有机质含量大多数处于适宜范围内。因此,可采取秸秆还田和绿肥掩青等措施,维持植烟土壤有机质含量,改善土壤结构,为土壤微生物提供丰富的碳源,促进烟田生态系统的可持续发展^[14]。

采用系统聚类分析,将三门峡烟区土壤有机质含量划分为低、中、高 3 个类群。低、中和高土壤有机质类群分别占总样本数的 33.82%、44.12%、22.06%,其中低有机质类群的变异较大,为 27.96%,中、高有机质类群的变异系数均小于 10%。

不同有机质类群间,烟叶常规化学成分对比分析,结果表明,高类群总糖、还原糖含量和钾氯比分别与中、低类群间差异显著;高、中类群总氮和烟碱含量分别与低类群间差异显著。土壤有机质含量与烤烟常规化学成分的偏相关分析结果显示,土壤有机质含量与总糖、烟碱含量呈极显著正相关,与还原糖含量和糖碱比呈显著正相关,与钾氯比呈显著负相关。叶协锋等通过对活化有机肥的施用效果进行研究,结果表明,有机质可以提高烟叶总糖和还原糖含量,并对烟叶品质起到积极的作用^[15]。范鸿武等研究了有机质对烟叶化学成分的影响,结果指出,有机质含量与总糖含量呈正比,与烟碱、总氮含量呈反比,有机质有利于烟叶糖碱比适宜^[16]。除了烟碱表现的规律以外,本研究与上述两个研究结果较为一致。

不同有机质类群间,烟叶多酚物质含量对比分析,结果表

明,不同有机质类群间绿原酸含量具有显著性差异,而茛菪亭含量和芸香苷含量差异均不显著。土壤有机质含量与烟叶多酚物质的回归分析结果显示,绿原酸含量与土壤有机质含量呈S形曲线方程,且其决定系数($r^2=0.650$)达到显著水平,而茛菪亭、芸香苷含量分别与有机质含量没有明显的回归关系。赵铭钦等研究了有机肥对烟叶多酚的影响,结果指出,烟叶中多酚、绿原酸、芸香苷和石油醚提取物含量与土壤有机质含量呈正相关^[17],本研究结果与之较为一致。而Williama等研究表明,茛菪亭含量随着土壤有机质含量的增加而升高,绿原酸和芸香苷含量随着土壤有机质含量的增加而降低^[18]。本研究结果与之有差异,这可能与土壤有机质含量范围差异较大和生态环境等因素有关。

烟叶中矿质营养元素含量对烟叶的产量和质量均产生较大的影响^[19-20],虽然烟株对磷、钙、镁、硫、铁、锌、铜和铁等矿质营养元素吸收的数量相对没有氮和钾元素多,但它们对维持烟株的正常生理代谢起着不可替代的作用。不同有机质类群间烟叶矿质元素含量对比分析,结果表明,烟叶中磷和钙含量,中、低类群显著高于高类群,高、中类群铁含量显著高于低类群。土壤有机质与烟叶矿质营养元素的简单相关和灰色关联度分析结果显示,土壤有机质含量与烟叶中铁含量呈极显著正相关,与钙、锌显著正相关,与磷显著负相关,关联序顺序依次为钙>铁>锌>磷>铜>镁>硫。烟叶中钙、铁含量与土壤有机质含量的关系较为密切。

土壤有机质含量极易受生态条件和农艺耕作措施等因素的影响,有报道称,土壤不同耕作方式和轮作效应会引起土壤有机质含量的变化,例如开垦后的自然土壤有机质含量呈急剧减少的趋势^[21],施肥措施会在一定程度上延缓这一进程,然而无法阻止土壤有机质减少的趋势^[22]。因此如何通过合理利用生态资源、优化施肥措施,构建不同生态区域、地貌类型和土壤类型等的平衡施肥模型,有效延缓土壤有机质减少的趋势,将是下一步研究工作的重点。

参考文献:

- [1]刘泓,杨邦俊,王伯毅. 有机肥与化肥肥施对烤烟品质的影响[J]. 中国烟草科学,1999(1):18-21.
- [2]郭群召,姜占省,张新要,等. 不同有机质含量土壤对烤烟生长发育和氮素积累及上部叶化学成分的影响[J]. 中国农学通报,2006,22(5):254-257.
- [3]赵铭钦,陈红华,刘国顺,等. 增施不同有机物质对烤烟烟叶香气质量的影响[J]. 华北农学报,2007,22(5):51-55.
- [4]许自成,王林,王金平,等. 湖南烤烟化学成分与土壤有机质含量的关系[J]. 生态学杂志,2006,25(10):1186-1190.
- [5]邵惠芳,郑聪,许自成,等. 三门峡烟区烤烟气候适生性评价及与国外烟区的相似性分析[J]. 西南农业学报,2011,24(1):34-37.
- [6]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,2000.
- [7]王瑞新. 烟草化学[M]. 北京:中国农业出版社,2003:36-39.
- [8]Armstrong G M, Rohrbaugh I M, Rice E B, et al. The effect of nitrogen deficiency on the concentration of caffeoylquinic acid and scopolin in tobacco[J]. Phyto Chem,1970,9:945-949.
- [9]Williamson R E, Gwynn G R, variation of polyphenols in flue-cured tobacco cultivars attributed to location, stalk position and year[J]. Crop Science,1982(1):144-146.
- [10]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,1996:495-496.
- [11]闫金玉. 烟草化学[M]. 郑州:郑州大学出版社,2002:159-160.
- [12]朱小茜,徐晓燕,黄义德,等. 多酚类物质对烟草品质的影响[J]. 安徽农业科学,2005,33(10):1910-1911.
- [13]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.
- [14]潘剑玲,代万安,尚占环,等. 秸秆还田对土壤有机质和氮素有效性影响及机制研究进展[J]. 中国生态农业学报,2013,21(5):526-535.
- [15]叶协锋,凌爱芬,喻奇伟,等. 活化有机肥对烤烟生理特性和品质的影响[J]. 华北农学报,2008,23(5):190-193.
- [16]范鸿武,郭志清. 烤烟施肥种类探讨[J]. 中国烟草科学,1998(4):8-10.
- [17]赵铭钦,刘金霞,刘国顺,等. 增施不同的有机质对烤烟多酚和石油醚提取物含量的影响[J]. 云南农业大学学报,2008,23(4):536-539.
- [18]William C, Elliot J M. Influence of nitrogen, phosphorus, potassium and magnesium on the phenolic constituents of flue-cured tobacco[J]. Canadian Journal of Plant Science,1978(58):543-548.
- [19]李明德,肖汉乾,余崇祥,等. 湖南烟区土壤中、微量元素状况及施肥效应研究[J]. 中国烟草科学,2005,26(1):25-27.
- [20]林克惠,邓敬宁,彭桂. 镁、锌、硼肥对烤烟几个生理生化指标,产量和品质的影响[J]. 云南农业大学学报,1990,5(3):136-143.
- [21]Janzen H H, Campbell C H, Ellert B H, et al. Soil organic matter dynamics and their relationship to soil quality[M]//Soil quality for crop production and ecosystem health: Developments in soil science: Vol 25. The Netherlands: Elsevier,1997:277-291.
- [22]Schlesinger W H. Evidence from chronosequence studies for a low carbon storage potential of soils[J]. Nature,1990,348:232-234.