

## 腐殖酸肥对百色植烟土壤养分和烤烟香气质量的影响

高华军<sup>1</sup>, 林北森<sup>1\*</sup>, 王五权<sup>1</sup>, 石刚<sup>2</sup>, 麻海戈<sup>1</sup>, 吕泽生<sup>3</sup>, 冯诚<sup>3</sup>, 黄忠言<sup>1</sup>

(1.广西壮族自治区烟草公司百色市公司科研所, 广西 百色 533000; 2.湖北中烟工业有限责任公司, 武汉 430000;

3.广西壮族自治区烟草公司百色市公司靖西营销部, 广西 靖西 533800)

**摘要:** 2010—2011 年采用大田试验, 研究了施用腐殖酸肥对百色植烟土壤养分和烤烟香气质量的影响。结果表明, 施用腐殖酸肥可提高土壤速效钾、有机质等主要养分含量, 并能明显提高烤烟的经济效益, 以腐殖酸肥用量为 150 kg/hm<sup>2</sup> 的烤烟经济性指标最高。施用腐殖酸肥能改善烟叶化学品质, 烟叶化学成分含量适宜、比例协调, 主要致香物质含量和总致香物质含量均明显高于不施肥处理, 烟叶评吸得分均较高。因此, 生产上建议百色烟区偏碱性植烟土壤腐殖酸肥用量为 150 kg/hm<sup>2</sup>。

**关键词:** 烤烟; 腐殖酸肥; 产量; 致香物质; 评吸质量

中图分类号: S572.06

文章编号: 1007-5119(2014)04-0052-06

DOI: 10.13496/j.issn.1007-5119.2014.04.010

## Effects of Humic Acid Fertilizer on Soil Nutrient Contents and Aroma Quality of Flue-cured Tobacco in Baise Tobacco-growing Area

GAO Huajun<sup>1</sup>, LIN Beisen<sup>1\*</sup>, WANG Wuquan<sup>1</sup>, SHI Gang<sup>2</sup>, MA Haige<sup>1</sup>,

LV Zesheng<sup>3</sup>, FENG Cheng<sup>3</sup>, HUANG Zhongyan<sup>1</sup>

(1. Tobacco Science Research Institute, Baise Tobacco Company of Guangxi Province, Baise, Guangxi 533000, China;

2. China Tobacco Hubei Industrial Co., Ltd., Wuhan 430000, China;

3. Jingxi County Tobacco Company of Guangxi Province, Jingxi, Guangxi 533800, China)

**Abstract:** A field experiment was carried out to investigate the effects of humic acid fertilizer on soil nutrient contents and aroma quality of flue-cured tobacco in Jingxi county of Guangxi Province during 2010-2011. The results showed that applications of humic acid fertilizer could increase major nutrients in soil, especially available potassium, enhance the economic characters significantly. The highest economic attributes were observed at the rate of 150 kg/ha. The humic acid fertilizer could also maintain better chemical components and smoking quality of flue-cured tobacco, increase major aroma components and total aroma components obviously. The best application rate of humic acid fertilizer was 150 kg/ha in tobacco-planting soil of Baise.

**Keywords:** flue-cured tobacco; humic acid fertilizer; yield; aroma component; smoking quality

腐殖酸是动植物遗骸经过微生物的分解和转化以及地球化学的一系列过程而形成和积累起来的一类有机物, 其分子表面具有较多含氧官能团, 具有弱酸性、胶体性、吸附性、络合性以及氧化还原性等特点, 能与土壤中无机胶体形成有机—无机复合体, 可提高土壤保肥、供肥能力, 并形成团粒结构, 从而改善土壤的结构状况, 使土壤肥力因素得到改善。含有腐殖酸类物质的肥料称为腐殖酸类

肥料。作为一种无公害的有机肥料, 腐殖酸肥有利于农业的生态保护和可持续发展, 正成为 21 世纪生态农业用肥的重要方向之一。腐殖酸类肥料在烟草上的研究也较多, 主要集中在对土壤微生物和理化性状<sup>[1-2]</sup>、烤烟生理指标<sup>[3-4]</sup>、生长发育<sup>[2]</sup>、烟叶品质<sup>[5-6]</sup>等方面, 但关于不同用量腐殖酸肥对烤烟致香物质和评吸质量的研究较少。另外, 百色烟区偏碱性土壤所占比例较高<sup>[7]</sup>, 而偏碱性土壤使土壤的

基金项目: 中国烟草总公司科技项目 (110200801007)

作者简介: 高华军, 男, 硕士, 农艺师, 主要从事烟草栽培生理方面的研究。E-mail: gaohuajun\_81@163.com。\*通信作者, E-mail: linbeisen@163.com

收稿日期: 2013-07-14

修回日期: 2014-02-23

养分活性降低,不利于烟草植株吸收,降低了烟叶的质量。已有的研究表明施用腐殖酸类肥料可降低土壤 pH,施用量愈大,降低幅度愈大<sup>[8]</sup>。为此,笔者连续 2 年研究了腐殖酸肥用量对百色烟区土壤养分动态变化及烤烟致香物质和评吸质量的影响,以期选择能够调控土壤营养、改善烤烟品质的优质肥料,并最终实现烤烟平衡施肥提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料与试验地概况

试验于 2010—2011 连续 2 年进行。2010 年试验位于广西百色市靖西县化峒镇街上村,2011 年试验位于广西百色市靖西县新甲乡新荣街。供试土壤为水稻土,质地为壤土。0~20 cm 土层理化性状见表 1。前茬作物为水稻,试验用烤烟品种为云烟 85,

采用漂浮育苗。试验于 2010 年 3 月 4 日、2011 年 3 月 17 日用移栽器膜上移栽,种植行距 120 cm,株距 50 cm。2010 年施纯氮 97.5 kg/hm<sup>2</sup>, $m(\text{N}):m(\text{P}_2\text{O}_5):m(\text{K}_2\text{O})=1:1:3$ 。施烟草专用复合肥(9-12-26)750 kg/hm<sup>2</sup>,硝酸钾 225 kg/hm<sup>2</sup>,硼砂 18 kg/hm<sup>2</sup>,硫酸镁 60 kg/hm<sup>2</sup>、硫酸锌 30 kg/hm<sup>2</sup>。其中复合肥起垄时条施;硝酸钾 75 kg/hm<sup>2</sup>移栽时随定根水施用,其余 150 kg/hm<sup>2</sup>在移栽后 7~10 d、15~20 d 分两次灌根;硼砂、硫酸镁、硫酸锌在移栽时随定根水施用。2011 年施纯氮 84 kg/hm<sup>2</sup>, $m(\text{N}):m(\text{P}_2\text{O}_5):m(\text{K}_2\text{O})=1:1:3$ 。施用肥料种类和用量为复合肥(9-12-26)600 kg/hm<sup>2</sup>,硝酸钾、硼砂、硫酸镁、硫酸锌的用量与 2010 年相同,各种肥料的施用方法与 2010 年一致。

表 1 试验田土壤理化性状

Table 1 Physical and chemical properties of tested soil

年份	pH	有机质/ (g kg <sup>-1</sup> )	全氮/ (g kg <sup>-1</sup> )	全磷/ (g kg <sup>-1</sup> )	全钾/ (g kg <sup>-1</sup> )	碱解氮/ (mg kg <sup>-1</sup> )	速效磷/ (mg kg <sup>-1</sup> )	速效钾/ (mg kg <sup>-1</sup> )
2010	7.92	51.94	3.74	1.80	6.10	232	29	110
2011	7.04	47.05	3.22	1.54	4.37	200	49	96

### 1.2 试验设计

试验共设 4 个处理,即不施腐殖酸肥(CK);施腐殖酸肥 75、150、300 kg/hm<sup>2</sup>。随机区组设计,3 次重复,小区面积 60 m<sup>2</sup>,每小区 3 行。腐殖酸肥由南宁市天元顺丰科技有限公司提供,其中腐殖酸含量 40%~50%,总养分含量小于 2%。腐殖酸肥全部做基肥,在起垄时条施。

### 1.3 测定项目和方法

1.3.1 土壤养分 分别在烤烟生长各时期取各处理耕层土壤样品,经风干、磨细、过筛、混匀、装瓶,送广西农业科学院农业资源与环境研究所测定土壤 pH、有机质、碱解氮、有效磷、速效钾等含量。

1.3.2 经济性状 按处理统计烤后烟叶产量,并根据烤烟 42 级国标(GB 2635—92)对烤后烟叶分级,确定烤烟的产值、均价、上等烟比例及中上等烟比例。

1.3.3 化学成分、致香物质、评吸质量 各处理取 C3F(8~12 叶位)烟样 3.0 kg,由农业部烟草产品质量监督检验测试中心测定其化学成分(还原糖、总糖、总植物碱等 6 项),并进行样品评吸。取 2011 年试验中部叶(C3F),测定致香物质含量。致香物质采用气相色谱-质谱(GC/MS)方法测定(气质联用仪为美国安捷伦公司生产,型号 7890A—5975C),详见参考文献[9]。

1.3.4 数据分析 用 DPS v6.55 专业版进行统计分析。

## 2 结果

### 2.1 土壤养分含量

由表 2 可知,2010 年施用腐殖酸肥对土壤 pH 的影响不十分明显,在 5 月 6 日有降低的趋势。各处理土壤有机质含量差别不大,但 5 月 24 日各施肥处理有机质含量有增加趋势,并以 300 kg/hm<sup>2</sup>处

理明显高于 CK。除 75 kg/hm<sup>2</sup> 处理外, 各处理碱解氮在 4 月 20 日均明显高于 CK, 但 5 月 6 日后的规律不明显。各施肥处理 4 月 20 日及 5 月 6 日土壤有效磷含量均高于 CK, 之后仅 300 kg/hm<sup>2</sup> 处理在 5 月 24 日、75 kg/hm<sup>2</sup> 处理在 6 月 13 日高于 CK。各处理土壤速效钾含量较 CK 均有增加的趋势, 并以 4 月 20 日和 5 月 6 日的效果比较明显。表 2 还可看出, 2011 年施用腐殖酸肥对土壤 pH 的影响与 2010 年相似, 仅在 5 月 20 日有降低的趋势。各处

理土壤有机质含量仍差别不大, 但在 5 月 20 日、7 月 5 日各施肥处理有机质含量有增加的趋势, 并以 5 月 20 日 75 kg/hm<sup>2</sup>、300 kg/hm<sup>2</sup> 处理明显高于 CK。各处理碱解氮的变化规律不明显, 但 5 月 20 日各施肥处理碱解氮含量略低于 CK。各施肥处理有效磷含量在 5 月 9 日低于 CK, 之后在 5 月 20 日、7 月 5 日均明显高于 CK。各施肥处理土壤速效钾含量变化与 2010 年相似, 较 CK 均有增加的趋势, 并以 5 月 20 日和 7 月 5 日的效果比较明显。

表 2 施用腐殖酸肥后植烟土壤养分含量

Table 2 Effect of different humic acid fertilizer levels on soil nutrient contents

年份	日期/(月-日)	处理/(kg hm <sup>-2</sup> )	pH	有机质/(g kg <sup>-1</sup> )	碱解氮/(mg kg <sup>-1</sup> )	有效磷/(mg kg <sup>-1</sup> )	速效钾/(mg kg <sup>-1</sup> )
2010	04-20	0(CK)	7.90a	53.94b	248ab	28a	140c
		75	7.92a	51.74c	236b	31a	128d
		150	7.97a	53.57b	260a	30a	178b
		300	7.96a	54.99a	260a	32a	258a
	05-06	0(CK)	8.02a	53.17a	257ab	31a	151b
		75	8.00a	53.33a	243c	34a	157b
		150	8.00a	52.06a	245bc	34a	177a
		300	7.95b	53.74a	260a	33a	164ab
	05-24	0(CK)	7.98a	52.32b	234b	36ab	133bc
		75	8.00a	53.01b	256a	30b	119c
		150	8.00a	52.25b	234b	30b	136b
		300	7.96a	56.13a	220b	42a	216a
	06-13	0(CK)	8.02a	55.03a	246a	34a	126b
		75	8.02a	54.31a	236a	36a	132b
		150	8.02a	53.33a	217b	31a	161a
		300	8.00a	54.34a	237a	31a	124b
2011	05-09	0(CK)	6.70b	48.32a	214b	69a	166c
		75	6.98a	49.01a	239a	61b	195b
		150	6.81b	46.39b	224b	47c	224a
		300	7.03a	45.44b	213b	46c	158c
	05-20	0(CK)	7.12a	45.05c	212a	50b	182c
		75	6.84bc	48.69a	210a	86a	297a
		150	6.88b	46.64bc	205a	62b	268b
		300	6.79c	48.21ab	210a	85a	309a
	07-05	0(CK)	7.07a	46.57b	176a	47d	120c
		75	7.13a	47.79a	187a	57c	160b
		150	7.02a	47.60a	187a	78b	188a
		300	7.08a	47.71a	156b	85a	183a

注: 表中各列数字后字母不同表示差异达到 5% 显著水平, 下同。

## 2.2 烤烟经济性状

从表 3 可以看出, 2010 年施用腐殖酸肥处理的产量、产值、均价等均高于 CK, 并以 150 kg/hm<sup>2</sup> 处理最高, 分别较 CK 提高 10.73%、15.92%、4.34%, 其次为 300 kg/hm<sup>2</sup> 处理和 75 kg/hm<sup>2</sup> 处理。烤烟上等烟比例、中上等烟比例仍以 150 kg/hm<sup>2</sup> 处理最高, 其次为 75 kg/hm<sup>2</sup> 处理, 300 kg/hm<sup>2</sup> 处理上等烟比例

高于 CK, 其中上等烟比例略低于 CK, 但差异不显著。2011 年各施用腐殖酸肥处理的产量、产值、均价等均高于对照 (75 kg/hm<sup>2</sup> 处理产量、产值除外), 仍以 150 kg/hm<sup>2</sup> 处理最高, 分别较对照提高 11.07%、14.92%、3.48%, 其次为 300 kg/hm<sup>2</sup> 处理。各施肥处理烤烟上等烟比例、中上等烟比例的变化与 2010 年一致 (表 3)。

表3 施用腐殖酸肥后烤烟经济性状

Table 3 Effect of humic acid fertilizer rate on economic characters of flue-cured tobacco

年份	处理/(kg hm <sup>-2</sup> )	产量/(kg hm <sup>-2</sup> )	产值/(元 hm <sup>-2</sup> )	均价/(元 kg <sup>-1</sup> )	上等烟比例/%	中上等烟比例/%
2010	0(CK)	1901.35c	23084.38c	12.19b	20.36b	75.01bc
	75	1966.80bc	24279.86bc	12.35b	22.37ab	76.69ab
	150	2105.40a	26760.36a	12.72a	24.94a	79.30a
	300	2038.85ab	24881.67b	12.21b	21.64b	72.59c
2011	0(CK)	1965.43bc	28507.38b	14.50a	30.81ab	86.25b
	75	1796.30c	26434.54b	14.68a	30.91ab	87.34ab
	150	2182.95a	32760.81a	15.00a	33.70a	89.58a
	300	2048.20ab	29358.84ab	14.51a	27.80b	87.21ab

### 2.3 烤烟化学成分

表4可知,施用腐殖酸肥处理烟叶还原糖、总糖含量均有高于CK的趋势,并以2010年的结果比较明显。各施肥处理烟碱、总氮含量与CK相差不大。各腐殖酸肥处理K<sub>2</sub>O含量均较高,但也与CK间差别不十分明显,仅2011年150 kg/hm<sup>2</sup>处理显著高于CK,2010年75 kg/hm<sup>2</sup>处理和2011年300

kg/hm<sup>2</sup>处理显著低于CK。2010年烟叶Cl含量以300 kg/hm<sup>2</sup>处理最高,其他处理与CK差别较小,而2011年各处理Cl含量则与CK无明显差别。各施肥处理K<sub>2</sub>O/Cl值均较为适宜,总氮/烟碱值总体优于CK,各施肥处理还原糖/烟碱值差别不大,但均处于适宜范围,2011年略低于CK。

表4 施用腐殖酸肥对烤烟化学成分的影响

Table 4 Effect of humic acid fertilizer rates on chemical components of flue-cured tobacco

年份	处理/(kg hm <sup>-2</sup> )	还原糖/%	总糖/%	烟碱/%	总氮/%	K <sub>2</sub> O/%	Cl/%	K <sub>2</sub> O/Cl	总氮/烟碱	还原糖/烟碱
2010	0(CK)	21.8c	22.3b	2.43	2.00a	2.41a	0.47b	5.13a	0.82ab	8.97b
	75	23.9a	24.4a	2.46	1.86b	2.10b	0.43b	4.88a	0.76b	9.72a
	150	22.7b	23.0b	2.50	2.01a	2.27a	0.43b	5.28a	0.80ab	9.08b
	300	22.5b	22.9b	2.47	2.06a	2.25ab	0.61a	3.69b	0.83a	9.11b
2011	0(CK)	24.8b	34.5ab	1.97	1.52a	2.25b	0.17a	13.24a	0.77a	12.59a
	75	24.9b	35.1a	1.98	1.55a	2.24b	0.18a	12.44b	0.78a	12.58a
	150	25.5a	34.1b	2.03	1.58a	2.39a	0.18a	13.28a	0.78a	12.56a
	300	25.0b	34.5ab	2.01	1.58a	2.14c	0.18a	11.89c	0.79a	12.44a

### 2.4 烤烟致香物质含量

烤后烟叶样品共检出35种对烟叶致香成分有较大影响的化合物(表5)。含量较高的主要有新植二烯、苯甲醇、糠醛、巨豆三烯酮-B、巨豆三烯酮-D、糠醇、苯乙醇、巨豆三烯酮-A、巨豆三烯酮-C、苯乙醛等。在测定的35种香气成分中,75 kg/hm<sup>2</sup>处理糠醛、巨豆三烯酮-B、糠醇、苯乙醇、二氢猕猴桃内酯、巨豆三烯酮-A、2-甲基四氢呋喃-3-酮等7种物质含量较高且高于CK。150 kg/hm<sup>2</sup>处理糠醛、巨豆三烯酮-B、巨豆三烯酮-D、糠醇、二氢猕猴桃内酯、巨豆三烯酮-A、巨豆三烯酮-C、2-甲基四氢呋喃-3-酮等8种物质含量较高且高于CK。300 kg/hm<sup>2</sup>处理糠醛、巨豆三烯酮-D、巨豆三烯酮-B、巨豆三烯酮-C、巨豆三烯酮-A、2-甲基四氢呋喃-3-酮等6种物质含量较高且高于CK。而CK主要致

香物质含量均不同程度低于各腐殖酸肥处理。

按照各个致香物质官能团的不同,将烤烟致香物质分为醇类;醛、酮类;酯类、内酯类;酚类;呋喃类等。由表5可知,各处理醇类化合物以75 kg/hm<sup>2</sup>处理含量最高,其次为150 kg/hm<sup>2</sup>处理,300 kg/hm<sup>2</sup>处理略低于CK。各腐殖酸肥处理醛、酮类物质含量均高于CK,并以150 kg/hm<sup>2</sup>处理最高。各施肥处理酯类、内酯类化合物总量仍高于CK,以75 kg/hm<sup>2</sup>处理最高,其次为150 kg/hm<sup>2</sup>处理。各处理酚类物质总量差别不大。各施肥处理呋喃类物质总量均高于CK,并以75 kg/hm<sup>2</sup>处理和150 kg/hm<sup>2</sup>处理明显高于CK。

从致香物质总量看(表5),各施肥处理烟叶总致香物质含量(除去新植二烯)均明显高于CK,并以150 kg/hm<sup>2</sup>处理最高。新植二烯是各处理致香

表5 施用腐殖酸肥对烤烟致香物质含量的影响 mg/kg  
Table 5 Effect of humic acid fertilizer rates on aroma components of flue-cured tobacco

致香物质	处理/(kg hm <sup>-2</sup> )					
	0 (CK)	75	150	300		
醇类	戊醇	0.11b	0.28a	0.19ab	0.20ab	
	氧化沉香醇	0.055a	0.069a	0.068a	0.062a	
	芳樟醇	0.29a	0.36a	0.37a	0.34a	
	α-松脂醇	0.076a	0.10a	0.10a	0.093a	
	香叶醇	0.094a	0.11a	0.12a	0.10a	
	糠醇	3.11b	3.76a	3.85a	2.93b	
	苯甲醇	17.33a	16.60c	16.83bc	17.05ab	
	苯乙醇	2.53b	3.22a	2.45b	2.47b	
	小计	23.60b	24.50a	23.98ab	23.25b	
	醛、酮类	苯甲醛	0.092a	0.11a	0.10a	0.10a
		苯乙醛	1.41a	1.35a	1.40a	1.28a
		壬醛	0.057a	0.064a	0.065a	0.069a
		苯乙酮	0.014a	0.014a	0.015a	0.015a
		2-甲基-2-庚烯-6-酮	0.14a	0.18a	0.18a	0.17a
2-甲基四氢呋喃-3-酮		1.18c	1.47a	1.36ab	1.24bc	
3-甲基-2-环戊烯-1-酮		0.026a	0.034a	0.034a	0.027a	
异佛尔酮		0.03a	0.045a	0.034a	0.036a	
β-大马酮		0.19a	0.25a	0.27a	0.26a	
香叶基丙酮		0.74b	0.92ab	1.04a	1.02a	
β-紫罗兰酮		0.17a	0.20a	0.19a	0.20a	
巨豆三烯酮-A		1.77d	2.04c	2.46a	2.17b	
巨豆三烯酮-B		7.12c	8.57b	10.14a	8.55b	
巨豆三烯酮-C		1.96b	1.70c	2.03ab	2.23a	
巨豆三烯酮-D	8.35c	8.09d	8.92b	10.36a		
小计	23.25c	25.04b	28.24a	27.73a		
酯类、棕榈酸甲酯	亚油酸甲酯	0.55b	0.65ab	0.70a	0.70a	
	内酯类	邻苯二甲酸二丁酯	0.31a	0.39a	0.36a	0.39a
		γ-丁内酯	0.08a	0.12a	0.10a	0.11a
		g-壬内酯	0.52b	0.91a	0.80a	0.27c
		g-壬内酯	0.031a	0.041a	0.04a	0.044a
		亚麻酸内酯	0.66c	1.05a	0.82b	0.89b
		二氢猕猴桃内酯	2.51c	3.17a	2.88b	2.51c
		小计	4.66c	6.33a	5.70b	4.91c
酚类	苯酚	0.12a	0.13a	0.14a	0.067b	
	小计	0.12a	0.13a	0.14a	0.07b	
呋喃类糠醛	糠醛	13.70d	17.20a	16.50b	14.50c	
	5-甲基糠醛	0.33c	0.41ab	0.45a	0.37bc	
	2-乙酰基-5-甲基呋喃	0.036a	0.044a	0.044a	0.043a	
	小计	14.07c	17.65a	16.99a	14.91b	
萜烯类新植二烯	560c	687a	677ab	673b		
总计 (不含新植二烯)	65.69c	73.65a	75.05a	70.87b		
总计	625.69c	760.65a	752.05ab	743.87b		

物质中含量最高的成分,各腐殖酸肥处理均不同程度高于CK。将新植二烯计算在内,各处理烟叶致香物质总量以75 kg/hm<sup>2</sup>处理最高,其次为150、300 kg/hm<sup>2</sup>处理,各施肥处理烟叶致香物质总量较CK提高18.89%~21.57%。

## 2.5 烤烟评吸质量

表6可以看出,2010年各施肥处理烟叶评吸得分以75 kg/hm<sup>2</sup>处理最高,其次为150 kg/hm<sup>2</sup>处理,而300 kg/hm<sup>2</sup>处理低于CK,但其质量档次仍为中等。2011年各腐殖酸肥处理烟叶评吸得分均不同程度高于CK。这表明施用腐殖酸肥对提高烟叶的评吸质量有一定的促进作用。

## 3 讨论

试验结果表明,施用腐殖酸肥土壤有机质、碱解氮、有效磷及速效钾含量均有不同程度提高,并以提高土壤速效钾的效果最为明显,这与其他研究结果基本一致<sup>[2,8]</sup>。尽管有研究表明,施用腐殖酸能降低土壤pH<sup>[8]</sup>,但本试验中腐殖酸肥处理土壤pH的变化不十分明显,仅在烤烟现蕾至圆顶期降低明显(2010年5月6日、2011年5月20日),可能与两年试验的供试土壤pH处于中性至微碱性范围有关,也可能与腐殖酸单施的效果有限有关<sup>[10]</sup>。本试验中施用腐殖酸肥还能提高烤烟经济性指标,两年试验均以腐殖酸肥用量150 kg/hm<sup>2</sup>处理的作用最为明显,2010年其产量、产值分别较CK提高10.73%、15.92%,2011年分别提高11.07%、14.92%,腐殖酸肥用量300 kg/hm<sup>2</sup>处理也能提高烤烟的经济效益,但其产量、产值的增加幅度低于150 kg/hm<sup>2</sup>处理,而75 kg/hm<sup>2</sup>处理2011年仅均价、上等烟比例、中上等烟比例等指标略高于CK。

大量研究已证实,施用腐殖酸肥能改善烟叶品质<sup>[1-2,5-6]</sup>。本试验也显示,施用腐殖酸肥可以提高烟叶还原糖、总糖含量,烟碱、总氮等含量较为适宜,K<sub>2</sub>O、氯离子含量与CK差别较小,各化学成分间的比例较为协调,并以150 kg/hm<sup>2</sup>处理综合优于其

表6 施用腐殖酸肥对烤烟评吸质量的影响  
Table 6 Effect of humic acid fertilizer rates on smoking quality of flue-cured tobacco

年份	处理/ (kg hm <sup>-2</sup> )	香型	劲头	浓度	香气质 (15)	香气量 (20)	余味 (25)	杂气 (18)	刺激性 (12)	燃烧性 (5)	灰色 (5)	得分 (100)	质量档次
2010	0(CK)	中偏浓	适中	中等 <sup>+</sup>	11.20ab	16.20a	19.00a	12.60ab	8.80a	3.30a	2.80a	73.90ab	中等 <sup>+</sup>
	75	中偏浓	适中	中等 <sup>+</sup>	11.40a	16.40a	19.50a	12.90a	9.00a	3.30a	2.80a	75.30a	较好
	150	中偏浓	适中	中等 <sup>+</sup>	11.30ab	16.20a	19.00a	12.80a	8.80a	3.30a	2.80a	74.20ab	中等 <sup>+</sup>
	300	中偏浓	适中	中等 <sup>+</sup>	10.90b	16.10a	18.70a	12.40b	8.70a	3.30a	2.80a	72.90b	中等
2011	0(CK)	中间	适中	中等	11.25b	16.38a	19.25b	13.25b	9.00a	3.00a	3.00a	75.13b	较好
	75	中偏清	适中	中等	11.63a	16.38a	19.38b	13.63a	9.00a	3.10a	3.00a	76.12a	较好
	150	中偏清	适中	中等	11.60a	16.38a	19.45b	13.53ab	9.00a	3.10a	3.00a	76.06a	较好
	300	中偏清	适中	中等	11.63a	16.38a	19.75a	13.63a	9.00a	3.10a	3.00a	76.49a	较好

他处理。郑宪滨等<sup>[5]</sup>研究表明,施用腐殖酸肥能显著提高烟叶中 K<sub>2</sub>O 含量,但其腐殖酸肥处理烟叶中钾含量仅为 1.61%,而本试验中尽管烟叶中 K<sub>2</sub>O 含量的增加效应不明显,但两年试验中各施肥处理与 CK 烟叶中 K<sub>2</sub>O 含量均在 2.10% 以上,很难以更大提高,这与百色烟区烟叶中钾含量较高有关<sup>[11]</sup>。各施肥处理烟叶主要致香物质含量及致香物质总量均高于 CK,且其评吸质量也均高于 CK,以 75、150 kg/hm<sup>2</sup> 处理改善烟叶评吸质量的效果较为明显,这也表明施肥处理烟叶中致香物质含量与感官评吸质量一致。

## 4 结 论

本研究证明,增施腐殖酸肥可以提高植烟土壤的有机质、速效钾等主要养分含量,并提高烟叶经济效益,改善烟叶化学品质,提高烟叶总致香物质含量、主要致香物质含量和评吸质量。在广西百色烟区微碱性植烟土壤推荐腐殖酸肥的适宜用量为 150 kg/hm<sup>2</sup>。

### 参考文献

- [1] 叶协锋,凌爱芬,张斌,等. 腐殖酸对烤烟土壤性状及烟叶品质的影响[J]. 华北农学报, 2009, 24(5): 170-173.
- [2] 田艳洪,赵晓锋,刘立志,等. 腐殖酸对连作烟田土壤性状及烟株生长的影响[J]. 黑龙江农业科学, 2012(3): 58-61.
- [3] 凌爱芬,陈学壮,邢小军,等. 腐殖酸对烤烟关键生理指标影响的研究[J]. 江西农业学报, 2010, 22(7): 5-7.
- [4] 靳志丽,刘国顺,梁文旭. 腐殖酸对烤烟根系生长和生理活性的影响[J]. 烟草科技, 2002(7): 36-38.
- [5] 郑宪滨,刘国顺,邢国强,等. 腐殖酸对烤烟化学成分和经济性状的影响[J]. 河南农业科学, 2007(12): 43-45.
- [6] 王树会,张红艳. 不同腐殖酸用量对烤烟生长及产质的影响[J]. 中国农学通报, 2007, 23(1): 288-291.
- [7] 黄瑾,林北森,周文亮,等. 广西百色植烟土壤主要养分特征及施肥策略[J]. 中国烟草科学, 2010, 31(4): 33-38.
- [8] 蔡宪杰,杨义方,马永建. 腐殖酸类肥料对碱性植烟土壤 pH 及烤烟产量质量的影响[J]. 中国农学通报, 2008, 24(6): 261-265.
- [9] 曹建敏,刘帅帅,邱军,等. 烤烟重要致香物质与评吸质量的相关性研究[J]. 中国烟草科学, 2012, 33(6): 75-79.
- [10] 曾维爱,曾敏,周航,等. 腐植酸和硫酸铁配施改良偏碱烟田土壤的研究[J]. 水土保持学报, 2013, 27(3): 170-173.
- [11] 高华军,林北森,石媛媛,等. 广西百色烟区烟叶钾和氯含量特征研究[J]. 云南农业大学学报:自然科学版, 2013, 28(2): 218-224.