

谢已书,武圣江,向章敏,等. 不同装烟方式对烤后烟叶中性和酸性香气成分含量的影响[J]. 江苏农业科学,2013,41(11):317-320.

# 不同装烟方式对烤后烟叶中性和酸性香气成分含量的影响

谢已书, 武圣江, 向章敏, 姜 均, 李国彬, 卢贤仁

(贵州省烟草科学研究院, 贵州贵阳 550081)

**摘要:**为进一步提高烤烟烘烤质量,改善烟叶香气品质,研究烤烟挂竿密集(T1)、烟夹装烟(T2)、散叶插扦(T3)烤后烟叶中性和酸性香气物质含量的差异。结果显示,T3 处理中性香气成分总量(407.412  $\mu\text{g/g}$ )及类胡萝卜素降解产物、美拉德产物(棕色化反应产物)、芳香族氨基酸(苯丙氨酸类)、西柏烷类和新植二烯等 5 类中性香气成分含量均最高,其次是 T2,T1 处理最低。酸性香气成分含量以 T2 处理(468.275  $\mu\text{g/g}$ )最高,T1 处理(359.445  $\mu\text{g/g}$ )最低。

**关键词:**烤烟;密集烘烤;装烟方式;香气

**中图分类号:**TS41<sup>+</sup>1

**文献标志码:**A

**文章编号:**1002-1302(2013)11-0317-04

烘烤是烟叶生产中的重要环节。烤烟密集烘烤具有装烟密度大、烘烤效率高、烘烤质量好等优点,但近几年烟草工业反映烟叶香气品质有所降低<sup>[1-3]</sup>。装烟方式不同,烘烤过程中烟叶变化环境也不同,这将对烟叶的香气成分的转化和积累产生重要的影响<sup>[4]</sup>。贺方云等认为,密集烤房采用密集挂竿和改良密集烘烤工艺烤出的烟叶香气成分总量和酸性、中性香气成分总量最高,普通烤房次之,散叶堆放烘烤的烟叶香气成分含量最低<sup>[5]</sup>。刘闯等认为,相对于挂竿密集装烟方式,采用烟夹可以提高烟叶挥发性致香物质含量,且 10 cm 宽烟夹处理的烟叶类胡萝卜素类、苯丙氨酸类、棕色化产物类、类西柏烷类、新植二烯等香气物质含量均较高<sup>[6]</sup>。卢贤仁等研究发现,与挂竿和烟夹相比,散叶和插签装烟方式可以提高烤后烟叶的中性致香成分含量<sup>[4]</sup>。迄今为止,尽管国内对不同装烟方式烤烟烘烤的经济效益和品质等方面进行了较多研究<sup>[7-10]</sup>,但不同装烟方式对烤后烟叶中性和酸性香气品质影响的报道还较少。为提高密集烘烤烟叶的香气成分含量,本试验以密集挂竿、烟夹和散叶插扦等 3 种烤烟装烟方式为处理,研究烤后烟叶中性和酸性香气物质含量的差异,旨在为筛选最佳烤烟装烟方式提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

试验于 2011—2012 年在贵州省烟草科学研究院福泉试验基地进行,试验田土壤肥力中等。供试烤烟品种为烟草(*Nicotiana tabacum* L.) K326,4 月下旬移栽,种植行距 120 cm,株距 50 cm,垄高 25~30 cm、宽 80~90 cm,垄体要求饱满,垄面平整细碎,无大土粒。土壤质地为黄壤土,pH 值为

6.56,有机质含量 27.51 g/kg,全氮含量 2.46 g/kg,速效氮含量 175 mg/kg,全磷含量 66.23 mg/kg,速效磷含量 13.3 mg/kg,全钾含量 2.04 g/kg,速效钾含量 184.6 mg/kg。按照优质烟叶生产理论进行规范化栽培管理,取样前大田烟株长势基本一致,有典型“中棵烟”特征的烟株,以中部叶(第 10 位叶至第 12 位叶)为试验材料。

### 1.2 样品制备

供试烤房由贵州省烟草科学研究院设计,大小相同,共 9 座,长 3.5 m、宽 1.35 m,是 2 层装烟的电热式温湿自控试验专用的密集电烤房。将烟叶均匀装进密集烤房内,烟叶变化以烤房第 2 层为准,分别按照三段式烘烤工艺(贵州省地方标准 DB52/T370—1993《优质烤烟烘烤》、DB 52/T 666—2010《烤烟散叶堆积烘烤工艺规程》)烘烤。烘烤结束后按照 GB 2635—1992 烤烟分级标准进行外观质量评价,取 CF3 等级烟叶用于生物碱、酚类物质、有机酸和中性香气物质含量的测定。不同装烟方式试验设计如下:T1,密集挂竿,装烟密度为 65 kg/m<sup>2</sup>;T2,烟夹装烟,装烟密度为 85 kg/m<sup>2</sup>;T3,散叶插扦,装烟密度为 85 kg/m<sup>2</sup>。

### 1.3 测定项目及方法

1.3.1 烟叶中性香气物质含量测定 采用内标法测定烟叶中性香气成分,中性香气物质提取及定性定量分析采用 HP5890-5972 气质连用仪,粉末状烟叶样品→水蒸气蒸馏→二氯甲烷萃取(20 g 烟样+1 g 柠檬酸+350 mL 蒸馏水+0.5 mL 内标于 500 mL 圆底烧瓶中,再加 60 mL 二氯甲烷于另一 250 mL 圆底烧瓶中,60℃水浴加热 250 mL 圆底烧瓶,用同时蒸馏萃取仪蒸馏萃取。)→无水硫酸钠干燥有机相→60℃水浴浓缩至 1 mL 左右即得烟叶精油。经前处理制备得到的分析样品,由 GC/MS 鉴定结果和 NIST 库检索定性。GC/MS 分析条件:色谱柱为 HP-5(60 m×0.25 mm,0.25  $\mu\text{m}$ );载气为 He,流速 0.8 mL/min;进样温度 250℃;传输线温度 280℃;离子源温度 177℃;升温程序:50℃保持 2 min,然后以 2℃/min 的速度升至 120℃,5 min 后再以 2℃/min 的速度升至 240℃,保持 30 min;分流比和进样量 1:15,2  $\mu\text{L}$ ;电离能 70 eV;质量数范围 50~500 amu;MS 谱

收稿日期:2013-04-19

基金项目:国家烟草专卖局重点项目(编号:110201101002-TS-02-20110016);中国烟叶公司项目(编号:3071213);贵州省烟草专卖局项目(编号:201023,201315)。

作者简介:谢已书(1956—),男,贵州贵阳人,研究员,从事烤烟栽培与调制研究工作。E-mail:yishuxie@sina.com。

库 NIST02。

1.3.2 烟叶酸性香气物质含量测定 采用内标法测定烟叶酸性香气成分,酸性香气物质提取及定性定量分析采用气质联谱仪 7890A - 5975C。准确称取已处理好的烟叶样品 2.500 0 g 于 40 mL 棕色样品瓶中,加入 10 mL 二氯甲烷和 20  $\mu$ L 内标,瓶盖密封(旋紧),加热水浴至 55  $^{\circ}$ C,超声萃取 50 min(每隔 10 min 取出手动摇匀 1 次),静置冷却 30 min,取上清液 1.0 mL 以 0.45  $\mu$ L 的微孔滤膜过滤至 2 mL 色谱瓶中,加 30  $\mu$ L BSTFA 衍生化试剂,摇匀,常温下衍生化 60 min 后进行 GC - MS 分析。色谱柱,HP - 5 MS(60 m  $\times$  2.5 mm,0.25  $\mu$ m)毛细管色谱柱,进样口温度 280  $^{\circ}$ C,分流比 20 : 1,柱流速 1.0 mL/min,升温程序:40  $^{\circ}$ C 保持 3 min,然后以 6  $^{\circ}$ C/min 升到 280  $^{\circ}$ C 保持 7 min。离子源温度 230  $^{\circ}$ C,四级杆温度 150  $^{\circ}$ C,电离能 70 eV,传输线温度 280  $^{\circ}$ C,全扫描质量数范围 45 ~ 450 aum,溶剂延迟 6.00 min,以全扫描与选择离子检测同时进行的采集模式,MS 谱库为 NIST08 库和 Willy08 库。

## 2 结果与分析

烟叶中性挥发性致香物质,按烟叶香气前体物进行分类,可分为棕色化产物类、类胡萝卜素降解产物类、苯丙氨酸类、类西柏烷类等 4 种<sup>[11]</sup>。新植二烯作为烟草中性致香物质中含量最高的成分,其含量的高低会直接影响烟叶的吃味和香气<sup>[12]</sup>。

### 2.1 不同装烟方式对烤后烟叶中性香气成分含量的影响

由表 1 可知,本试验从烤后烟叶中检测出中性挥发性香气成分共 44 种,其中类胡萝卜素降解产物 19 种、美拉德产物(棕色化反应产物)19 种、芳香族氨基酸(苯丙氨酸类)3 种、类西柏烷类 2 种和新植二烯 1 种。在不同装烟方式下,以 T3 处理烤后烟叶中性香气成分含量最高,其次是 T2 处理,T1 处理最低。

2.1.1 类胡萝卜素降解产物 从表 1 可以看出,类胡萝卜素降解产物共有 19 种,总量以 T3 处理最高,T1 和 T2 处理相对较低,但处理间差异不显著。在 19 种类胡萝卜素降解产物中,4 - 乙烯基愈创木酚和  $\beta$  - 大马酮含量最高,不同处理烤后烟叶 4 - 乙烯基愈创木酚平均含量占类胡萝卜素降解产物含量的 14.61%, $\beta$  - 大马酮含量占类胡萝卜素降解产物含量的 38.62%,2 种成分均以 T3 处理最高。巨豆三烯酮含量以 T2 处理最高,其次是 T3 处理,T1 处理最低。

2.1.2 美拉德反应产物 从表 1 可以看出,美拉德产物共有 19 种,总量以 T3 处理最高,T1 和 T2 处理相对较低,但差异均不显著。在美拉德产物的 19 种成分中,糠醛、糠醇和 5 - 甲基糠醛含量最高,不同处理平均占美拉德产物含量的 59.01%、13.49%、12.34%,3 种成分均以 T3 处理含量最高。

2.1.3 芳香族氨基酸类产物 从表 1 可以看出,芳香族氨基酸共有 3 种成分,不同成分之间差异较小。不同装烟方式烤后烟叶芳香族氨基酸以 T3 处理最高,其次是 T2 处理,T1 处理最低,但不同处理间差异均不显著。

2.1.4 西柏烷类产物 从表 1 可以看出,西柏烷类共有 2 种成分,其中茄酮含量较高,不同处理的平均含量占西柏烷类的

91.18%。不同装烟方式烤后烟叶西柏烷类含量以 T3 处理最高,其次是 T2 处理,T1 处理最低,但不同处理间差异均不显著。

2.1.5 新植二烯 从表 1 可以看出,在烟叶中性香气成分含量中新植二烯含量最高。T1、T2、T3 处理的新植二烯含量分别占中性香气成分含量的 83.07%、81.61%、77.64%。不同装烟方式烟叶新植二烯含量以 T3 处理最高,T1 处理最低,但在不同处理间烟叶新植二烯含量差异不显著。综上结果表明,不同装烟方式烤后烟叶的中性香气成分中,T3 处理的中性香气成分总量及类胡萝卜素降解产物、美拉德反应产物、芳香族氨基酸类产物、西柏烷类产物及新植二烯含量明显高于 T1、T2 处理,密集烘烤采用 T3 处理可以有效提高烟叶的香气成分含量。

### 2.2 不同装烟方式对烤后烟叶酸性香气成分含量的影响

由表 2 可知,从不同装烟方式烤后烟叶中共检测出 23 种烟叶酸性香气成分。其中 3 - 甲基戊酸、4 - 甲基戊酸仅在 T3 处理中被检出,且其含量在所有的酸性香气成分中最低。在 23 种酸性成分中,乙酸含量最高,T1、T2、T3 处理的乙酸含量分别占酸性香气成分含量的 61.07%、64.50%、67.46%,其次是十四酸、十七酸、甲酸、十五酸、乳酸和 2,3 - 二羟基丙酸含量也较高,均在 10.000  $\mu$ g/g 以上,其他酸性香气成分含量相对较低。不同装烟方式烤后烟叶酸性香气成分以 T2 处理含量最高,其次是 T3 处理,T1 处理含量最低,但差异均不显著。其中,乙酸、甲酸、2,3 - 二羟基丙酸含量以 T2 处理最高,其次是 T3 处理,T1 处理最低;乳酸、十四酸和十七酸含量以 T2 处理最高,其次是 T1 处理,T3 处理最低;十五酸含量以 T1 处理最高,其次是 T2 处理,T3 处理最低。

## 3 结论与讨论

烤后烟叶香气成分的含量对烟叶香气品种具有重要的影响<sup>[2,13]</sup>。本试验结果表明,不同装烟方式对烤后烟叶香气成分含量影响较大,散叶插杆装烟(T3 处理)中性香气成分含量最高,其次是烟夹装烟(T2 处理),密集挂竿装烟(T1 处理)含量最低;酸性香气成分含量以烟夹装烟处理含量最高,其次是散叶插杆装烟,密集挂竿处理含量最低。散叶插杆装烟处理烤后烟叶类胡萝卜素降解产物、美拉德产物(棕色化反应产物)、芳香族氨基酸(苯丙氨酸类)、西柏烷类和新植二烯等 5 类中性香气成分含量均最高,密集挂竿装烟处理含量均最低。尽管各处理差异均不显著,但对中性和酸性香气成分含量的影响还是较大的。其中,3 - 甲基戊酸和 4 - 甲基戊酸含量在 T1、T2 处理中检测不到,而在 T3 处理中则可以检测到,表明不同装烟方式对酸性香气成分 3 - 甲基戊酸和 4 - 甲基戊酸含量有一定的影响。刘闯等认为,相对于挂竿密集装烟方式,采用烟夹可以提高烟叶挥发性致香物质含量<sup>[6]</sup>,本试验的研究结果与其较相似。卢贤仁等研究指出,与挂竿和烟夹相比,散叶和插竿装烟方式可以提高烤后烟叶的中性致香成分含量<sup>[4]</sup>,本试验结果与其较一致。本试验结果表明,相对于 T1 处理,T3、T2 处理可以提高烤后烟叶中性和酸性香气成分含量。不同装烟方式对烤后烟叶的碱性香气成分的含量是否也表现出这样的规律,还有待于进一步探讨。

表 1 不同装烟方式对烤后烟叶中性香气成分含量的影响

产物种类	香气成分	含量(μg/g)		
		T1	T2	T3
类胡萝卜素降解产物	6-甲基-5-庚烯-2-酮	0.017±0.005	0.024±0.014	0.036±0.003
	2-乙酰吡咯	1.494±0.517	1.558±0.340	2.900±0.190
	愈创木酚	0.131±0.071	0.223±0.123	0.292±0.074
	芳樟醇	0.132±0.006	0.162±0.001	0.135±0.003
	异佛尔酮	0.020±0.006	0.019±0.011	0.035±0.014
	氧化异佛尔酮	0.055±0.015	0.057±0.014	0.062±0.030
	4-乙烯基愈创木酚	3.112±0.662	2.971±0.102	3.688±1.368
	β-大马酮	7.959±0.066	6.433±1.733	11.431±0.265
	β-二氢大马酮	0.446±0.084	0.538±0.089	0.507±0.043
	香叶基丙酮	0.263±0.016	0.324±0.007	0.367±0.061
	β-紫罗兰酮	0.243±0.042	0.285±0.026	0.266±0.071
	二氢猕猴桃内酯	0.432±0.081	0.352±0.131	0.284±0.221
	巨豆三烯酮 A	0.291±0.071	0.450±0.046	0.304±0.058
	巨豆三烯酮 B	1.057±0.260	1.416±0.116	1.227±0.147
	3-羟基-β-大马酮	0.580±0.084	0.371±0.152	0.720±0.141
	巨豆三烯酮 C	0.221±0.073	0.393±0.013	0.239±0.104
	巨豆三烯酮 D	1.344±0.238	1.674±0.007	1.655±0.059
	3-氧代-α-紫罗兰醇	0.672±0.342	0.460±0.004	0.782±0.310
	金合欢基丙酮	1.678±0.022	1.729±0.194	2.348±0.432
	小计	20.148±2.412a	19.437±2.054a	27.280±1.512a
美拉德产物(棕色化反应产物)	糠醛	7.178±3.490	15.030±9.728	28.821±12.230
	糠醇	2.022±1.587	3.621±2.381	6.021±1.608
	面包酮	0.041±0.023	0.097±0.042	0.116±0.009
	2-环戊烯-1,4-二酮	0.473±0.342	0.853±0.519	1.411±0.401
	2-乙酰呋喃	0.752±0.473	1.328±0.669	1.829±0.097
	5-甲基糠醇	0.210±0.149	0.340±0.130	0.443±0.015
	5-甲基糠醛	1.731±1.605	3.911±3.350	5.027±2.980
	2,4-庚二烯醛	0.039±0.018	0.021±0.003	0.024±0.005
	3-吡啶甲醛	0.021±0.012	0.066±0.018	0.038±0.005
	1H-吡咯甲醛	0.009±0.001	0.022±0.003	0.047±0.028
	2,6-壬二烯醛	0.026±0.007	0.028±0.007	0.035±0.011
	6-甲基-2-庚酮	0.020±0.007	0.013±0.000	0.030±0.021
	α-松油醇	0.043±0.014	0.045±0.015	0.062±0.004
	藏红花醛	0.055±0.006	0.085±0.012	0.111±0.019
	香豆酮	0.058±0.014	0.062±0.002	0.067±0.043
	β-环柠檬醛	0.406±0.227	0.278±0.046	0.134±0.007
	3-甲基-4-乙基-1H-吡咯二酮	0.221±0.043	0.167±0.009	0.277±0.022
	吡嗪	0.532±0.050	0.503±0.154	0.375±0.299
	十六酸甲酯	0.418±0.021	0.413±0.004	0.467±0.126
	小计	14.255±8.016a	26.884±16.705a	45.333±16.838a
芳香族氨基酸(苯丙氨酸类)	苯甲醇	3.331±0.505	3.489±0.232	4.379±0.492
	苯乙醛	2.047±0.674	3.429±0.959	3.865±0.241
	苯乙醇	2.107±0.441	2.739±0.124	3.206±1.156
	小计	7.485±1.619a	9.657±0.603a	11.451±1.890a
西柏烷类	茄酮	4.876±0.138	5.250±1.317	6.362±1.711
	降茄二酮	0.520±0.014	0.410±0.102	0.665±0.176
	小计	5.396±0.152a	5.660±1.420a	7.027±1.887a
新植二烯		232.022±0.823a	273.485±29.296a	316.321±35.871a
总计		279.306±11.377a	335.122±45.969a	407.412±24.322a

注:同行数据后不同小写字母者表示差异显著( $P<0.05$ )。

表 2 不同装烟方式对烤后烟叶酸性香气成分含量的影响

酸性香气成分	含量(μg/g)		
	T1	T2	T3
甲酸	21.300±3.020	31.520±12.080	23.520±0.960
乙酸	219.500±52.300	302.020±113.460	257.660±8.260
丙酸	0.820±0.740	0.600±0.040	0.750±0.630
丁酸	0.340±0.020	0.340±0.060	0.410±0.090
2-甲基丁酸	0.820±0.260	1.000±0.200	0.700±0.140
3-甲基丁酸	0.500±0.020	0.640±0.160	0.600±0.120
戊酸	0.380±0.060	0.280±0.000	0.420±0.060
3-甲基戊酸	—	—	0.240±0.000
4-甲基戊酸	—	—	0.210±0.000
乳酸	15.860±0.020	18.280±5.480	12.930±1.570
己酸	1.360±0.000	1.200±0.000	1.230±0.090
羟基乙酸	0.045±0.005	0.075±0.005	0.520±0.000
呋喃甲酸	0.660±0.020	0.900±0.140	0.490±0.150
3-羟基丙酸	2.720±0.560	3.580±0.980	2.480±0.280
苯甲酸	2.340±0.300	2.680±0.560	2.810±0.110
烟酸	4.400±0.120	5.000±0.840	4.760±0.040
苯乙酸	1.040±0.280	1.480±0.280	1.240±0.080
2,3-二羟基丙酸	11.860±1.380	14.400±2.880	13.570±1.350
壬酸	0.400±0.000	1.080±0.400	1.160±0.040
癸酸	3.460±1.300	5.020±0.020	3.330±2.330
十四酸	30.560±2.520	35.580±6.980	16.620±16.460
十五酸	16.120±1.480	15.600±2.760	13.280±2.120
十七酸	24.960±2.400	27.000±3.400	22.990±3.270
总计	359.445±65.725a	468.275±150.595a	381.920±34.855a

注:“—”表示超出仪器的检测线,无检测数据显示。

参考文献:

[1]武圣江,宋朝鹏,贺帆,等. 密集烘烤过程中烟叶生理指标和物理特性及细胞超微结构变化[J]. 中国农业科学,2011,44(1): 125-132.

[2]宋朝鹏,武圣江,高远,等. 烤烟密集烘烤变黄期类胡萝卜素及其降解香气成分的变化[J]. 中国农业科学,2010,43(20): 4246-4254.

[3]武圣江,宋朝鹏,许自成,等. 烘烤过程中烤烟细胞壁生理变化研究[J]. 中国烟草科学,2010,31(3):73-77.

[4]卢贤仁,陈芝波,向章敏,等. 密集烘烤不同装烟方式对烤后烟叶中性致香物质含量的影响[J]. 贵州农业科学,2012,40(12): 66-69.

[5]贺方云,吴峰,耿富卿,等. 不同烘烤方式对烤烟香气成分的影响[J]. 贵州农业科学,2012,40(5):60-63.

[6]刘闯,陈振国,李进平,等. 不同装烟方式对烟叶挥发性致香物

质含量的影响[J]. 云南农业大学学报,2011,26(1):70-74.

[7]谢已书,邹焱,李国彬,等. 密集烤房不同装烟方式的烘烤效果[J]. 中国烟草科学,2010,31(3):67-69.

[8]谢已书,邹焱,何昆,等. 散叶插签装烟密集烘烤对烟叶质量和经济效益的影响[J]. 贵州农业科学,2010,38(10):58-60.

[9]徐秀红,王林立,王传义,等. 密集烤房不同装烟方式对烟叶质量及效益的影响[J]. 中国烟草科学,2010,31(6):72-74.

[10]罗勇,谢已书,艾复清. 密集烤房不同装烟方式对经济效益的影响[J]. 贵州农业科学,2011,39(11):52-54.

[11]刘国顺,王可,刘静静,等. 不同产地烤烟中性致香物质对比分析[J]. 江西农业学报,2010,22(2):26-29,32.

[12]胡皓月,许自成,苏永士,等. 影响烟草新植二烯含量因素的研究进展[J]. 江西农业学报,2010,22(1):17-20.

[13]杨虹琦,周冀衡,杨述元,等. 不同产区烤烟中主要潜香型物质对评吸质量的影响研究[J]. 湖南农业大学学报:自然科学版,2005,31(1):11-14.

(上接第 96 页)

2.5.7 注意事项 机械操作要确定专人负责,并且要通过培训合格后方可操作;辅助人员 6~8 人,2~3 人帮助添置秧盘、添加营养土、添加芽谷等,4~5 人帮助运秧盘、放秧盘操作。

2.6 放置秧盘

流水线播种结束后,叠盘堆放在室内或场地上 2~3 d,用油布盖好,待催齐苗后放入做好的秧板田,也可直接在 1.4~1.5 m 的秧板上 2 张播盘对铺放置。

2.7 覆盖网、布

秧盘放在秧板上,在盘的四周用泥壅好,搭 30~50 cm 高

小拱棚,用防虫网覆盖,四周扎紧。如用无纺布覆盖的,四周可用泥压实。

2.8 秧田管理

2.8.1 水浆管理 出苗前保证秧盘营养土湿润不发白,齐苗至 2 叶期勤灌跑马水,3 叶后灌浅水层。用防虫网覆盖注意高温强光,早晚勤灌跑马水,保持营养土湿润,栽前 3 d 断水炼苗待栽插。

2.8.2 揭布、网 栽前 3~5 d 揭去无纺布、防虫网,炼苗 1 d 后用好起身药。

2.8.3 起秧运输 小心卷起秧盘,叠放运输,也可用做好的多层标准铁架运输车辆,带盘运输。