

烤烟茄酮含量与化学成分和感官质量的关系

李佳颖<sup>1</sup>,马君红<sup>2</sup>,李志鹏<sup>3</sup>,于晓娜<sup>3</sup>,张博<sup>1</sup>,王娓娓<sup>1</sup>,周汉红<sup>4</sup>,  
李艳<sup>4</sup>,叶协锋<sup>3</sup>,王英元<sup>5\*</sup>

(1. 河南省烟草公司三门峡市公司,河南 三门峡 472000; 2. 河南省烟草公司洛阳市公司,河南 洛阳 471000;  
3. 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; 4. 湖北中烟工业  
有限责任公司 武汉卷烟厂,湖北 武汉 430050; 5. 国家烟草质量监督检验中心,河南 郑州 450000)

**摘要:**运用方差分析、灰色关联度分析和回归分析等方法,分析了河南省8个烟区124份烟叶样品茄酮含量与化学成分及感官质量的关系,旨在为烤烟原料体系的构建和卷烟配方研制提供参考依据。结果表明:烟叶茄酮含量分布在42.58~70.88 μg/g,平均值为53.09 μg/g,变异系数为34.51%;以茄酮含量进行聚类分析将样品分为高、中、低茄酮3个类群,不同茄酮类群间总糖、还原糖、石油醚提取物和淀粉含量差异显著,总氮和氯含量差异不显著,其中总糖、还原糖和石油醚提取物含量表现为中茄酮类群>高茄酮类群>低茄酮类群,淀粉含量表现为高茄酮类群>中茄酮类群>低茄酮类群;感官质量指标中,透发性、香气质、甜度与茄酮含量关联度较高,余味与茄酮含量关联度最小;风格特征、香气特性、烟气特性总分及感官质量总分(y)与茄酮含量(x)均存在显著的回归关系,回归方程依次为 $y = -0.0003x^2 + 0.440x - 3.066$ 、 $y = 0.121x + 17.771$ 、 $y = 0.024x + 4.760$ 及 $y = -0.020x^2 + 2.495x - 17.903$ ,口感特性总分与茄酮含量的回归方程未达到显著水平。

**关键词:**烤烟;茄酮;化学成分;感官质量

**中图分类号:**S572      **文献标志码:**A      **文章编号:**1004-3268(2016)12-0034-06

Relationship between Solanone Content and Chemical Constituent,  
Sensory Quality of Flue-cured Tobacco

LI Jiaying<sup>1</sup>, MA Junhong<sup>2</sup>, LI Zhipeng<sup>3</sup>, YU Xiaona<sup>3</sup>, ZHANG Bo<sup>1</sup>, WANG Weiwei<sup>1</sup>,  
ZHOU Hanhong<sup>4</sup>, LI Yan<sup>4</sup>, YE Xiefeng<sup>3</sup>, WANG Yingyuan<sup>5\*</sup>

(1. Sanmenxia City Branch of Henan Province Tobacco Corporation, Sanmenxia 472000, China; 2. Luoyang City Branch of Henan Province Tobacco Corporation, Luoyang 471000, China; 3. Tobacco College of Henan Agricultural University/National Tobacco Cultivation and Physiology and Biochemistry Research Centre, Zhengzhou 450002, China; 4. Wuhan Cigarette of Hubei Tobacco Limited Liability Company, Wuhan 430050, China; 5. China National Tobacco Quality Supervision & Test Center, Zhengzhou 450000, China)

**Abstract:** The relationship between solanone content in flue-cured tobacco leaf and chemical constituent as well as sensory quality was studied with 124 samples of flue-cured tobacco leaf collected from 8 tobacco areas in Henan province using variance analysis, gray correlation analysis and regression analysis methods, so as to provide reference for construction of raw material system of flue-cured tobacco and cigarette formulation. The results indicated that the averaged content of solanone was 53.09 μg/g, with the range of 42.58—70.88 μg/g, the coefficient of variation was 34.51%. Through cluster analysis on

收稿日期:2016-07-15  
基金项目:国家烟草专卖局重点科技攻关项目(110201101001)  
作者简介:李佳颖(1987-),男,河南获嘉人,助理农艺师,硕士,主要从事烟叶生产和烟叶质量评价工作。  
E-mail:lijy21@163.com  
\* 通讯作者:王英元(1976-),男,河南镇平人,工程师,本科,主要从事烟叶分级、化学分析及质量评价。  
E-mail:wyy4164@sina.com

solanone content, the samples was divided into three groups, which were low, middle, high solanone content group. There was significant differences for total sugar, reduced sugar, petroleum ether extract and starch contents, but there were no significant differences for total nitrogen and chlorine contents among the three solanone content groups. Total sugar, reduced sugar, petroleum ether extract mainly presented as the middle solanone content group > the high solanone content group > the low solanone content group. The starch content presented as the high solanone content group > the middle solanone content group > the low solanone content group. The diffusiveness, aroma quality and sweetness of sensory evaluation index were closely related to solanone content, and there was a smallest correlation degree between solanone content and aftertaste. There were significant regression relationships between solanone content ( $x$ ) and stylistic features score ( $y$ ), aroma characteristics score ( $y$ ), smoke characteristics score ( $y$ ) as well as sensory evaluation total score ( $y$ ). The corresponding regression equations were  $y = -0.0003x^2 + 0.440x - 3.066$ ,  $y = 0.121x + 17.771$ ,  $y = 0.024x + 4.760$  and  $y = -0.020x^2 + 2.495x - 17.903$ , respectively. The regression relationship between solanone content and taste characteristic score was not significant.

**Key words:** flue-cured tobacco; solanone; chemical constituent; sensory quality

致香物质是烟叶化学成分的重要组成部分,其含量及比例是烟叶香气质量和卷烟产品风格的主要影响因子<sup>[1-3]</sup>。茄酮是中性致香物质成分分类西柏烷类的主要降解产物<sup>[3]</sup>,其在改善烟草香吃味和醇和烟气方面大有益处。茄酮及其降解产物均可赋予烟气味类似胡萝卜的香味、甘草香和茶芳香,在提高卷烟香气质、香气量等方面发挥着十分重要的作用<sup>[4]</sup>。近年来,国内外学者就烤烟基因型<sup>[5-7]</sup>、生态环境和生态区域<sup>[8-11]</sup>、栽培因素<sup>[12-14]</sup>对烤烟中性致香物质及茄酮含量的影响进行了大量的研究报道,但有关烤烟茄酮含量与化学成分及感官质量指标间的定量关系研究则鲜有报道。鉴于此,通过方差分析、灰色关联度分析和回归分析的方法研究了烤烟茄酮含量与化学成分和感官质量指标的关系,旨在为烤烟原料体系的构建和卷烟配方研制提供参考依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 供试材料

2014 年,在河南省许昌、平顶山、洛阳、南阳、三门峡、漯河、驻马店和济源等 8 个烟区的 81 个监测点,采集有代表性的烟叶样品 124 份(烟株自上而下 8~12 叶位),每份烟叶样品 5.0 kg,并用牛皮纸包好。样品于 42℃ 烘干至恒质量,去主脉粉碎,过孔径 0.250 mm 的筛,混匀,备用。

### 1.2 测定项目和方法

1.2.1 茄酮含量 样品前处理:叶片粉末状样品→水蒸气蒸馏→二氯甲烷萃取(10 g 烟叶粉末 + 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 二氯甲烷于另一支 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 左右即得烟叶的精油。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。

测定方法及仪器条件:茄酮含量由国家烟草栽培生理生化研究基地采用内标法测定,内标为硝基苯,所用仪器为 HP5890-5972 气质联用仪。GC/MS 分析条件为:色谱柱 HP-5 (60 m × 0.25 mm × 0.25 μm);载气 He,流速 0.8 mL/min;进样口温度 250℃;传输线温度 280℃;离子源温度 177℃;升温程序为 50℃ 保持 2 min,以 2℃/min 的速度升至 120℃,保持 5 min 后再以 2℃/min 的速度升至 240℃,保持 30 min;分流比 1:15,进样量 2 μL;电离能 70 eV;质量数范围 50~500 amu;MS 谱库 NIST02;采用内标法定量。

1.2.2 常规化学成分 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、淀粉和石油醚提取物。其中,还原糖含量测定采用 3,5-二硝基水杨酸比色法<sup>[15]</sup>;总糖含量采用乙醇提取,蒽酮显色法测定<sup>[16]</sup>;烟碱含量测定采用脱色法<sup>[15]</sup>;总氮含量测定采用过氧化氢-硫酸消化法<sup>[15]</sup>;钾含量测定采用火焰光度法<sup>[15]</sup>;氯含量测定采用莫尔法<sup>[15]</sup>;淀粉含量测定采用蒽酮比色法<sup>[15]</sup>;石油醚提取物含量测定参照 YC/T 176—2003<sup>[17]</sup>。

1.2.3 烟叶感官质量 烟叶感官质量测定指标共计 10 项,分别为风格特征(2 个):劲头和浓度;香气特性(4 个):香气质、香气量、透发性和杂气;口感特性(3 个):刺激性、甜度和余味;烟气特性(1 个):柔细度。采用切丝机将烟叶切成 0.8 mm 宽的烟丝,在温度 22℃、相对湿度 60% 的恒温恒湿箱中平衡水分 48 h,然后卷制成单料烟,以 YC/T 138—1998《烟草及烟草制品感官评价方法》为基础,由专职评

吸人员进行评吸。按单料烟 9 分制评分方法对单一指标评分,然后分别合计风格特征、香气特性、口感特性、烟气特性和感官质量总分。

1.3 数据处理与分析

试验数据处理采用 SPSS 19.0 和 DPS 7.05 统计分析软件进行。

2 结果与分析

2.1 烤烟茄酮含量、化学成分和感官质量的描述性统计分析

8 个烟区的 81 个监测点 124 份烟叶样品茄酮含量、化学成分含量和感官质量得分的描述性统计

分析结果见表 1。由表 1 可知,烤烟茄酮含量的变幅为 42.58 ~ 70.88  $\mu\text{g/g}$ ,平均值为 53.09  $\mu\text{g/g}$ ,样品间变异系数较大,为 34.51%。化学成分中氯、钾和淀粉含量的变异系数较大(均大于 20%),以氯含量的变异系数最大,为 57.01%,较不稳定,其次为钾和淀粉的含量,其变异系数分别为 26.81% 和 24.93%;其他 5 项化学成分含量的变异系数均小于 20%,其中以总氮含量的变异系数最小(8.09%)。感官质量各指标在样品间的变异较为稳定,其中劲头得分的变幅为 3.95 ~ 6.45 分,变异系数最大,为 12.28%,余味得分及口感特性总分变异系数较小,分别为 2.89% 和 2.78%。

表 1 烤烟茄酮含量、化学成分和感官质量的描述性统计分析

项目	样本数	最小值	最大值	平均值	变异系数/%	偏度系数	峰度系数
茄酮/( $\mu\text{g/g}$ )	124	42.58	70.88	53.09	34.51	0.679	-0.357
总糖/%	124	16.58	38.20	26.80	19.76	0.147	-0.502
还原糖/%	124	12.72	32.24	21.58	18.09	0.064	0.039
烟碱/%	124	1.73	3.47	2.37	17.61	0.432	-0.185
总氮/%	124	1.66	2.50	2.02	8.09	0.349	0.483
钾/%	124	1.01	2.87	1.65	26.81	0.492	-0.206
氯/%	124	0.06	1.01	0.36	57.01	1.158	-0.426
淀粉/%	124	3.13	8.07	5.16	24.93	0.284	-0.707
石油醚提取物/%	124	4.73	9.10	6.67	15.25	0.374	-0.150
浓度/分	124	4.95	6.45	5.78	6.66	-0.437	-0.840
劲头/分	124	3.95	6.45	5.23	12.28	-0.379	-0.542
风格特征总分	124	8.95	12.70	11.01	9.09	-0.450	-0.662
香气质/分	124	5.50	6.60	5.97	4.45	0.349	-0.184
香气量/分	124	5.20	6.50	5.93	5.54	-0.296	-0.855
透发性/分	124	5.45	6.50	5.92	4.35	-0.065	-0.511
杂气/分	124	5.30	6.25	5.80	3.91	-0.267	-0.859
香气特性总分	124	21.60	25.55	23.62	3.92	-0.245	-0.743
刺激性/分	124	5.50	6.41	5.90	3.26	-0.273	0.495
甜度/分	124	5.35	6.27	5.79	3.43	-0.258	0.606
余味/分	124	5.45	6.15	5.88	2.89	-0.839	0.141
口感特性总分	124	16.50	18.82	17.57	2.78	-0.496	-0.067
柔细度/分	124	5.45	6.27	5.91	3.12	-1.017	0.480
(烟气特性总分)							
感官质量总分	124	53.15	62.50	58.11	3.38	-0.561	0.153

烤烟茄酮含量、化学成分含量和感官质量指标中香气质得分的偏度系数大于 0,为正向偏态峰;其他各项指标的偏度系数均小于 0,为负向偏态峰。烤烟还原糖、总氮含量,刺激性、甜度、余味、柔细度得分(烟气特性总分)和感官质量总分的峰度系数大于 0,为尖峭峰,数据大多集中在平均值附近;烤烟茄酮、总糖、浓度等其他各项指标的峰度系数均小于 0,为平阔峰,数据比较分散。

2.2 烤烟茄酮含量与化学成分各指标含量的关系分析

2.2.1 烤烟茄酮含量的聚类分析 为了研究烤烟

茄酮含量与化学成分的关系,采用欧式距离法对河南 124 份烟叶样品的茄酮含量进行系统聚类分析,可将其划分为低、中、高 3 个类群(表 2)。低茄酮类群组包含 16 个样本,占总样本数的 12.90%,其烟叶茄酮含量平均值为 44.05  $\mu\text{g/g}$ ;中茄酮类群组包含 70 个样本,占样本总数的 56.45%,其烟叶茄酮平均含量为 55.15  $\mu\text{g/g}$ ;高茄酮类群组包含 38 个样本,占样总数的 30.65%,该类烟叶茄酮含量平均值为 65.11  $\mu\text{g/g}$ 。中、低、高茄酮类群组的变异系数依次递增,且均小于 20.00%,分别为 12.38%、16.90%、17.48%。

表 2 不同类群烤烟茄酮含量的变异分析

组别	样本数	最小值/(μg/g)	最大值/(μg/g)	平均值/(μg/g)	标准差/(μg/g)	变异系数/%
低茄酮类群	16	42.58	48.82	44.05	4.74	16.90
中茄酮类群	70	49.04	58.21	55.15	6.28	12.38
高茄酮类群	38	60.20	70.88	65.11	14.35	17.48

2.2.2 不同茄酮类群间烟叶样品的化学成分含量分析 以低、中、高茄酮类群为基础,分别计算各类群烟叶化学成分 8 项指标含量的平均值,并在 3 个茄酮类群下,采用 Duncan’s 新复极差法对其相对应的化学成分指标含量进行多重比较,结果如表 3 所示。

由表 3、表 4 可以看出,不同茄酮含量类群间烟叶样品的总糖、还原糖含量平均值均表现为中茄酮类群>高茄酮类群>低茄酮类群,且差异显著。中、高、低茄酮类群总糖含量平均值分别为 28.64%、26.33%、24.37%,其变异系数分别为 20.41%、18.71%、21.19%;还原糖含量平均值分别为 23.58%、21.17%、19.04%,变异系数分别为 15.82%、18.35%、21.41%。其中总糖含量变异系数以高茄酮类群最小,还原糖含量变异系数以中茄酮类群最小,且均小于 20%。低茄酮类群总糖、还原糖含量变异系数均最大,且大于 20%。

低、中、高茄酮类群烟叶样品的烟碱含量平均值分别为 2.69%、2.27%、2.16%,且低茄酮类群显著高于中、高茄酮类群;其变异系数分别为 28.58%、25.54%、20.97%,均大于 20%。中、低、高茄酮类群烟叶样品的总氮含量平均值分别为 2.06%、

2.00%、1.99%,变异系数分别为 8.24%、10.61%、13.56%,均小于 20%,且以中茄酮类群变异较稳定;多重比较结果表明:以茄酮含量划分的 3 个类群间烟叶样品总氮含量差异均不显著。

高、中、低茄酮类群烟叶样品的钾含量平均值分别为 2.07%、1.68%、1.39%,且高茄酮类群显著高于中、低茄酮类群;其变异系数分别为 22.25%、26.98%、31.55%。中、高、低茄酮类群烟叶样品的氯含量平均值分别为 0.40%、0.34%、0.29%,变异系数分别为 58.57%、47.52%、46.82%。3 个类群烟叶样品的钾、氯含量变异系数均较大,其中钾、氯含量变异系数分别以低茄酮类群和中茄酮类群最大。

高、中、低茄酮类群烟叶样品的淀粉含量平均值分别为 5.96%、5.19%、4.42%,三者差异显著;其变异系数分别为 25.11%、26.51%、16.43%,其中以低茄酮类群的变异系数最小,小于 20%。中、高、低茄酮类群石油醚提取物含量平均值分别为 7.63%、6.85%、5.37%,三者差异显著;其变异系数分别为 15.04%、14.99%、15.86%,均较小,说明各个类群样品间石油醚提取物含量表现稳定。

表 3 不同茄酮含量类群间烟叶样品的化学成分含量 %

组别	总糖	还原糖	烟碱	总氮	钾	氯	淀粉	石油醚提取物
低茄酮类群	24.37c	19.04c	2.69a	2.00a	1.39b	0.29a	4.42c	5.37c
中茄酮类群	28.64a	23.58a	2.27b	2.06a	1.68b	0.40a	5.19b	7.63a
高茄酮类群	26.33b	21.17b	2.16b	1.99a	2.07a	0.34a	5.96a	6.85b

注:同列不同小写字母表示 3 个类群间差异达到 5% 的显著水平。

表 4 不同茄酮含量类群间烟叶样品化学成分含量的变异系数 %

组别	总糖	还原糖	烟碱	总氮	钾	氯	淀粉	石油醚提取物
低茄酮类群	21.19	21.41	28.58	10.61	31.55	46.82	16.43	15.86
中茄酮类群	20.41	15.82	25.54	8.24	26.98	58.57	26.51	15.04
高茄酮类群	18.71	18.35	20.97	13.56	22.25	47.52	25.11	14.99

2.3 烤烟茄酮含量与感官质量的关系分析

2.3.1 灰色关联度分析 将茄酮含量与感官评质量的各项指标均值化处理后,进行灰色关联度分析。

参考数列:  $X_0 = [x_0(k), k = 1, 2, 3, \dots, n] = [x_0(1)]$ ; 比较数列:  $X_i = [x_i(k), k = 1, 2, 3, \dots, i] = [x_i(1), x_i(2), \dots, x_i(11)]$ 。式中  $i = 1$ (浓度)、2(劲

头)、3(香气质)、4(香气量)、5(透发性)、6(杂气)、7(刺激性)、8(甜度)、9(余味)、10(柔细度)和 11(总分)。

则,比较数列  $X_i$  对参考数列  $X_0$  的关联系数为:

$$\varepsilon_i(k) = \frac{\min_i \times \min_k |x_0(k) - x_i(k)| + \rho \max_i \times \max_k |x_0(k) - x_i(k)|}{|x_0(k) - x_i(k)| - \rho \max_i \times \max_k |x_0(k) - x_i(k)|}$$

其中  $\rho$  为分辨系数,取 0.5。

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

通过茄酮含量与烟叶感官评吸质量各项指标的灰色关联度分析,可将茄酮与烟叶评吸指标的关联程度按大小顺序进行排列。由表 5 可知,茄酮含量与烟叶评吸指标的灰色关联度以透发性最大,香气质次之,余味最小,三者灰色关联系数分别为0.713、0.670、0.588。关联度顺序依次为:透发性>香气质>甜度>感官质量总分>柔细度>香气量>劲头>浓度>刺激性>杂气>余味。

表 5 烤烟茄酮含量与感官质量指标的灰色关联度分析

感官质量分类	指标	关联系数	关联度排序
风格特征	浓度	0.614	8
	劲头	0.629	7
香气特性	香气质	0.670	2
	香气量	0.640	6
	透发性	0.713	1
	杂气	0.607	10
口感特性	刺激性	0.609	9
	甜度	0.665	3
	余味	0.588	11
烟气特性	柔细度	0.648	5
感官质量总分		0.663	4

2.3.2 回归分析 分别以茄酮含量为自变量  $x$ ,各项感官质量综合指标总分为因变量  $y$ ,建立最优回归方程。根据表 6 可知,烤烟茄酮含量与感官质量存在着明显的回归关系。经  $F$  测验,茄酮含量与口感特性总分的回归方程未达到 5% 的显著水平,与风格特征总分的回归方程达到了 5% 的显著水平,与香气特性总分、烟气特性总分、感官质量总分的回归方程均达到 1% 的极显著水平。

表 6 烤烟茄酮含量与感官质量综合指标的回归分析

指标	回归方程	$R^2$	$F$ 值
风格特征总分	$y = -0.0003x^2 + 0.440x - 3.066$	0.482	17.463 *
香气特性总分	$y = 0.121x + 17.771$	0.835	313.453 **
口感特性总分	$y = 0.007x^2 - 0.824x + 41.730$	0.362	16.708
烟气特性总分	$y = 0.024x + 4.760$	0.654	41.570 **
感官质量总分	$y = -0.020x^2 + 2.495x - 17.903$	0.635	18.239 **

注: \*、\*\* 分别表示回归方程显著、极显著。

3 结论与讨论

对河南省 8 个烟区 124 份烤烟样本进行研究发现,烟叶茄酮含量平均值为 53.09  $\mu\text{g/g}$ ,变幅为 42.58 ~ 70.88  $\mu\text{g/g}$ ,与津巴布韦烤烟茄酮含量(56.87 ~ 76.83  $\mu\text{g/g}$ )<sup>[18]</sup>的符合程度为 60.45%,总体变异系数(34.51%)较大,离散性较大。生态环境是影响烟叶中致香物质种类、组成和含量等的主

导性因素,Severson 等<sup>[19]</sup>研究表明:增加光强、紫外线等可提高烟叶分泌产生西柏三烯二醇等叶面致香前体物的含量。津巴布韦的烤烟茄酮含量高于河南烟区,可能是亚热带高原气候较强光照和强紫外线辐射综合作用的结果。

许自成等<sup>[20]</sup>、邵惠芳等<sup>[21]</sup>分别以氯、还原糖含量对烤烟样品进行分组,研究了氯、还原糖含量与烤烟中性致香物质的关系。本研究采用类似的方法,以茄酮含量对烤烟进行分组后,研究了其与化学成分 8 项指标含量的关系,结果表明:总糖、还原糖、石油醚提取物、氯含量表现为中茄酮类群>高茄酮类群>低茄酮类群;淀粉、钾含量表现为:高茄酮类群>中茄酮类群>低茄酮类群;烟碱含量表现为:低茄酮类群>中茄酮类群>高茄酮类群;总氮含量表现为:中茄酮类群>低茄酮类群>高茄酮类群。多重比较显示:3 个茄酮含量类群间烟叶的总糖、还原糖、石油醚提取物、淀粉含量差异显著,总氮、氯含量差异不显著;低茄酮类群烟碱含量显著高于中、高茄酮类群;高茄酮类群钾含量显著高于中、低类群。

刘国顺等<sup>[22]</sup>研究表明:烟叶中类西柏烷类致香物质含量与土壤施钾量、烤后烟叶钾含量均呈正相关关系,这与本研究结果一致。胡小曼等<sup>[23]</sup>采用相关分析方法研究了丽江烤烟致香物质与化学成分的关系,结果表明,酮类致香物质与烟碱含量呈显著正相关,与总糖、还原糖含量呈负相关。其中,烟碱研究结果与本研究结果相反,且总糖、还原糖含量关系与本研究结果存在差异。这可能与取样点生态条件的差异性有关。

灰色关联度分析结果显示,茄酮含量与感官质量指标中透发性和香气质的关联度较大,与余味的关联度最小。前人研究<sup>[24]</sup>表明,在卷烟制品中添加茄酮对掩盖杂气、突出烟气细腻感及甜润感、适度降低刺激性效果较好。茄酮作为关键的致香成分,在卷烟中增香提调、醇和烟气等方面作用明显。于建军等<sup>[25]</sup>研究表明:类西柏烷类降解产物茄酮和类胡萝卜素类的降解产物香叶基丙酮对香气质有较大的正面影响。因此,在烟叶生产中,针对茄酮含量进行研究和适当调控,将有助于提高烟叶燃吸时的香气质、香气显露程度和扩散力,减少香气的沉闷感。

烤烟茄酮含量与感官质量综合指标的回归分析表明:烟叶香气特性、烟气特性总分均与烤烟茄酮含量呈正相关,回归方程分别为: $y = 0.121x + 17.771$ 、 $y = 0.024x + 4.760$ ,即随烟叶茄酮含量的提高,烤烟香气特性和烟气特性总分呈增加趋势。当烟叶的茄酮含量分别达到 59.74、51.71  $\mu\text{g/g}$  时,香气特性和

烟叶特性总分将分别达到 25 分和 6 分,基本稳定在较高水平。烟叶风格特征总分、感官质量总分与烤烟茄酮含量的回归方程分别为  $y = -0.0003x^2 + 0.440x - 3.066$ 、 $y = -0.020x^2 + 2.495x - 17.903$ ,表明烟叶风格特征、感官质量总分随着烟叶茄酮含量的提高呈先增加后降低的趋势。通过回归方程运算所得,当烟叶茄酮含量分别为 54.47 ~ 68.60  $\mu\text{g/g}$ 、46.71 ~ 60.25  $\mu\text{g/g}$  时,风格特征与感官质量总分基本稳定在较高水平内,分别为 12 ~ 13 分、55 ~ 60 分。

基因型决定了烤烟香气的遗传基础<sup>[26]</sup>,生态因素决定烟叶的香气类型和风格。以往关于烤烟茄酮含量的研究多偏重于茄酮本身及其与环境因子中某一方面的关系。本试验研究了烤烟茄酮含量与化学成分、感官质量的关系,有关浓香型烟区茄酮含量与生态因子、土壤理化性状综合作用的关系,茄酮形成机制及其物质代谢产物对感官质量的综合影响,将是下一步工作研究的重点。

#### 参考文献:

- [1] 姚益群. 云南烟草香气研究[J]. 烟草科技, 1988(4): 20-23.
- [2] 赵铭钦, 于建春, 程玉渊, 等. 烤烟烟叶成熟度与香气质量的关系[J]. 中国农业大学学报, 2005, 10(3): 10-14.
- [3] 王能如, 李章海, 王东胜, 等. 我国烤烟主体香味成分研究初报[J]. 中国烟草科学, 2009, 30(3): 1-6.
- [4] 毛多斌, 贾春晓, 张峻松, 等. 茄酮及其降解产物系列香料合成研究进展[J]. 郑州轻工业学院学报, 1998, 13(2): 57-61.
- [5] 赵铭钦, 赵辉, 王文基, 等. 不同基因型烤烟化学成分和致香物质间的相关和通径分析[J]. 中国烟草科学, 2009, 30(3): 7-12.
- [6] 张双双, 闫铁军, 刘国顺, 等. 不同基因型烤烟化学成分及致香物质差异研究[J]. 江苏农业科学, 2012, 40(4): 286-289.
- [7] 王冬, 孙九哲, 彭玉富, 等. 不同品种(系)烤烟西柏三烯二醇代谢差异研究[J]. 中国烟草学报, 2014, 20(3): 63-69.
- [8] 邓小华, 谢鹏飞, 彭新辉, 等. 土壤和气候及其互作对湖南烤烟部分中性挥发性香气物质含量的影响[J]. 应用生态学报, 2010, 21(8): 2063-2071.
- [9] Lei B, Zhao X H, Zhang K, et al. Comparative transcriptome analysis of tobacco (*Nicotiana tabacum*) leaves to identify aroma compound-related genes expressed in different cultivated regions[J]. Molecular Biology Reports, 2013, 40(1): 345-357.
- [10] 叶协锋, 李佳颖, 史双双, 等. 烤烟叶片茄酮含量与土壤化学性状的关系[J]. 土壤通报, 2014, 20(6): 637-642.
- [11] 李玲燕, 徐宜民, 刘百战, 等. 不同生态区域烤烟烟叶香气物质分析[J]. 中国烟草科学, 2015, 36(3): 1-7.
- [12] 张国显, 邸慧慧, 王廷晓, 等. 土壤肥力对烤烟不同部位中性香气成分含量的影响[J]. 土壤, 2011, 43(1): 101-106.
- [13] 李章海, 王定福, 何崇文, 等. 几种栽培技术和烤房类型对 K326 香型和香气品质特征的影响[J]. 中国烟草科学, 2010, 31(2): 5-9.
- [14] 黄建, 冯琦, 卢迪, 等. 有机无机肥配施条件下烤烟的致香成分及香气指数[J]. 江苏农业科学, 2015, 43(1): 84-86.
- [15] 王瑞新. 烟草化学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003: 36-39.
- [16] 王瑞新. 烟草化学品质分析法[M]. 郑州: 河南科技出版社, 1990: 99-101.
- [17] 全国烟草标准化技术委员会. 烟草及制品石油醚提取物的测定: YC/T 176—2003[S]. 北京: 中国标准出版社, 2003: 8.
- [18] 赵铭钦, 陈秋会, 陈红华. 中外烤烟烟叶中挥发性香气物质的对比分析[J]. 华中农业大学学报, 2007, (12): 875-879.
- [19] Severson R F, Johnson A W, Jackson D M. Cuticular constituents of tobacco: Factors affecting their production and their role in insect and disease resistance and smoke quality[J]. Rec Adv Tob Sci, 1985, 11: 105-174.
- [20] 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(5): 27-32.
- [21] 邵惠芳, 许自成, 李东亮, 等. 烤烟还原糖含量与主要挥发性香气物质及感官质量关系的统计学分析[J]. 中国烟草学报, 2011, 17(2): 8-12.
- [22] 刘国顺, 叶协锋, 王彦亭, 等. 不同钾肥施用量对烟叶香气成分含量的影响[J]. 中国烟草科学, 2004(4): 1-4.
- [23] 胡小曼, 李佛琳, 杨焕文, 等. 丽江烟区烤烟烟叶致香物质和常规化学成分及其相关性研究[J]. 云南农业大学学报, 2011, 26(2): 41-46.
- [24] 孔宁川, 陈永宽, 杨伟祖, 等. 异茄酮(5-异丙基-8-甲基-5,8-壬二烯-2-酮)的合成及在烟草加香中的应用[J]. 云南化工, 2002(6): 4-6.
- [25] 于建军, 庞天河, 章新军, 等. 鄂西南烤烟吸食质量与致香物质的关系[J]. 华中农业大学学报, 2006, 25(4): 355-358.
- [26] 史宏志, 刘国顺. 烟草香味学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1998: 4-13.