

## 不同产地烤烟质体色素降解产物含量 与烟叶质量的相关性

詹军, 宋朝鹏, 刘建军, 刘冲, 王涛, 宫长荣\*

(河南农业大学 烟草学院, 河南 郑州 450002)

**摘要:**以四川会理、重庆武隆、湖北保康、河南汝阳、山东诸城 5 个烤烟产地的 C3F 烟叶为材料,对烤烟中质体色素降解产物的含量、质体色素降解产物含量占致香物质总量的比例及其与评吸质量的关系进行分析比较。结果表明:烟叶中致香物质总量、质体色素降解产物、叶绿素降解产物和新植二烯含量均随产地纬度的增高而呈下降的趋势,其中以四川会理和重庆武隆的含量最高,以山东诸城的含量最低;新植二烯、巨豆三烯酮、金合欢基丙酮、 $\beta$ -大马酮、植醇、 $\beta$ -紫罗兰酮含量在致香物质中所占比例较大;相关分析表明,大部分质体色素降解产物的含量和在致香物质中所占比例与评吸指标呈正相关,但香叶基丙酮、二氢猕猴桃内酯、金合欢基丙酮 B 含量与评吸指标呈负相关,巨豆三烯酮、香叶基丙酮等降解产物可能是彰显烟叶特色的表征物质;烟叶致香物质与评吸质量之间的关系较复杂,其内在品质具有多样性和差异性。

**关键词:**烤烟;产地;质体色素;降解产物;比例;评吸质量

中图分类号: S572 文献标志码: A 文章编号: 1007-1032(2011)06-0603-07

### Correlation between content of aroma components degraded from chromoplast pigment and smoking quality of flue-cured tobacco from different producing areas

ZHAN Jun, SONG Zhao-peng, LIU Jian-jun, LIU Chong, WANG Tao, GONG Chang-rong\*

(College of Tobacco Science, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China)

**Abstract:** Comparative analysis on contents and proportions of aroma components degraded from chromoplast pigment and their relationships with smoking quality were conducted on flue-cured tobacco (C3F) leaves produced in Sichuan Huili, Chongqing Wulong, Hubei Baokang, Henan Ruyang and Shandong Zhucheng. The results showed that the contents of total aroma constituents, aroma components degraded from chromoplast pigment and chlorophyll, neophytadiene in the tobacco leaves displayed a descending trend from south to north with the highest contents identified in the leaves from Sichuan Huili and Chongqing Wulong and the lowest from Shandong Zhucheng. Among the aroma components degraded from chromoplast pigment, neophytadiene, megastigmatrienone, farnesene,  $\beta$ -damascenone, phytol and  $\beta$ -ionone showed higher proportions. Correlation analysis indicated that: among the aroma components degraded from chromoplast pigment, contents and proportions of the most components had positive correlation while geranylacetone, dihydro actinidiolide and farnesene B had negative correlation with smoking quality. Aroma components such as megastigmatrienone and geranylacetone were possibly the indicators that featured the flavor of flue-cured tobacco. The relationship between aroma components and smoking quality were complex, and diversity and difference existed in the internal quality of flue-cured tobacco leaves.

**Key words:** flue-cured tobacco; producing area; chromoplast pigment; aroma components; proportion; smoking quality

香气是评价烟叶内在质量的核心内容和重要指标之一<sup>[1]</sup>。烟叶的香气质量与烟叶内中性致香物质的含量密切相关,通过分析致香物质含量,可以对烟叶质量进行比较客观、准确的评价<sup>[2]</sup>。烤烟质体色素

收稿日期: 2011-10-01

基金项目: 国家烟草专卖局项目(3300806156); 国家烟草专卖局重大科技项目(30300318)

作者简介: 詹军(1986—),男,陕西洛南人,硕士研究生,主要从事烟叶调制研究, zhanjun\_@126.com; \*通信作者, gongchr009@126.com

类物质是烟叶中重要的香气前体物<sup>[3]</sup>,其降解产物占烟叶中性挥发性香味物质总量的85%~96%<sup>[4]</sup>,其中叶绿素、类胡萝卜素及其降解物种类和含量决定着烟叶的外观质量和内在品质<sup>[5]</sup>,因此,对质体色素的研究在国内外一直是一个热点<sup>[6-12]</sup>。特色优质烟叶具有鲜明的地域特点和品质风格,对卷烟风格特征起主导作用,在中国当前烟叶生产中也占有重要地位。特色烟叶的形成是生态条件、遗传基础和栽培措施共同作用的结果,生态条件决定了烟叶香气的类型和潜力<sup>[13]</sup>。为探明不同生态条件下烟叶致香物质与烟叶品质的关系,前人进行了许多研究<sup>[4,14-17]</sup>,但有关不同产地烟叶质体色素降解产物含量及其占致香物质总量的比例与评吸质量关系的研究较少。笔者选取5个典型产地的C3F烟叶,研究了各产区烟叶中质体色素降解产物含量及其占致香物质总量的比例与评吸质量的关系,旨在为特色优质烟叶的风格定位和生产提供参考依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 取样及样品制备

2009年分别从5个烤烟产地选取C3F的烟样39份(表1)。为保证样品的代表性,每份样品均由该产地6~8个代表点的烟叶混合而成。每份样品混匀后,将每片烟叶均沿主脉一分为二,将其中50%的烟叶除去主叶脉后粉碎,过0.250 mm孔径筛,用于质体色素降解产物和其他致香物质含量的测定;将另外50%的烟叶切丝混匀卷烟,作为评吸样品。

表1 不同产地C3F烤烟的烟样数量及产地地理位置

Table 1 Numbers and producing areas of tobacco samples			
产地	北纬/(°)	东经/(°)	烟样数/份
四川会理	26.66	102.24	9
重庆武隆	29.33	107.76	5
湖北保康	31.87	111.26	5
河南汝阳	34.15	112.47	10
山东诸城	35.99	119.41	10

### 1.2 烟叶感官评吸

将烟叶卷制成长70 mm、圆周27.5 mm的单料烟支,经过挑选、平衡水分后,由来自云南烟草科学研究院、云南瑞升烟草技术(集团)有限公司、云

南中烟工业公司、红云红河集团技术中心4个单位的10位专家进行评吸。感官评价项目包括香韵、香气量、香气质、烟气浓度、刺激性、劲头、杂气、口感,其满分分别为10、15、15、10、15、5、10、20分。得分越高,烟叶质量越好。

### 1.3 质体色素降解产物及其他致香物质的测定

质体色素降解产物及其他致香物质含量的测定采用GC/MS法。样品处理与GC/MS分析按文献[18]中的方法进行。

### 1.4 数据处理

采用Microsoft Excel 2003和SPSS 17.0进行数据处理和统计分析;采用LSD(方差齐性)和Dunnett's(方差非齐性)法进行多重比较;采用Pearson法进行简单相关分析。

## 2 结果与分析

经GC/MS定性分析,共检测到75种致香物质,其中质体色素降解产物17种,其他物质58种。四川会理、重庆武隆、湖北保康、河南汝阳、山东诸城烤烟致香物质的总含量分别为(593.052±105.816)、(592.121±83.015)、(486.237±51.185)、(419.577±79.300)、(360.784±79.038) μg/g,呈现出随纬度增高而逐渐降低的趋势,其中,四川会理、重庆武隆与湖北保康地区之间的差异不显著;河南汝阳与山东诸城之间差异不显著,但二者显著低于四川会理和重庆武隆地区。

### 2.1 不同产地烟样质体色素降解产物的含量

从表2可知,质体色素降解产物含量以重庆武隆最高,四川会理其次,山东诸城最低,且武隆和会理的含量差异不显著;叶绿素降解产物含量(新植二烯含量)表现出同样的规律。类胡萝卜素降解产物含量同样以武隆最高,并显著高于其他地区,会理、汝阳和保康3地区之间的差异不显著,诸城显著低于其他地区。6-甲基-5-庚烯-2-酮、β-大马酮、β-二氢大马酮、β-紫罗兰酮、巨豆三烯酮的4种同分异构体、3-氧代-α-紫罗兰醇、植醇、新植二烯11种物质均以重庆武隆的含量最高,其中,6-甲基-5-庚烯-2-酮、β-二氢大马酮、巨豆三烯酮的3种同分

异构体(A、B、C)含量显著高于其他地区。芳樟醇、金合欢基丙酮 A、金合欢基丙酮 B 含量以四川会理最高,香叶基丙酮含量以湖北保康最高,6-甲基-2-庚酮、二氢猕猴桃内酯含量以河南汝阳最高,但各

地区二氢猕猴桃内酯含量的差异均不显著。综合分析可知,重庆武隆和四川会理烟样中的各种质体色素降解产物含量较高,其次为湖北保康和河南汝阳,山东诸城最低。

表 2 不同产地烟样中质体色素降解产物的含量

质体色素降解产物	含量/( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ )				
	四川会理	重庆武隆	湖北保康	河南汝阳	山东诸城
6-甲基-5-庚烯-2-酮	(0.646±0.142)b	(0.798±0.088)a	(0.369±0.049)c	(0.593±0.172)b	(0.575±0.101)b
芳樟醇	(0.242±0.053)a	(0.207±0.026)ab	(0.100±0.022)c	(0.181±0.044)b	(0.135±0.042)c
6-甲基-2-庚酮	(0.047±0.034)b	(0.078±0.052)b	(0.059±0.046)b	(0.089±0.104)a	(0.038±0.028)b
$\beta$ -大马酮	(4.974±0.774)b	(6.563±0.407)a	(5.907±1.220)ab	(5.978±1.098)b	(3.806±0.620)c
$\beta$ -二氢大马酮	(1.054±0.169)c	(1.702±0.210)a	(1.333±0.409)b	(1.117±0.224)bc	(0.820±0.105)d
香叶基丙酮	(1.103±0.225)b	(1.008±0.081)b	(1.860±0.559)a	(1.739±0.593)a	(0.942±0.288)b
$\beta$ -紫罗兰酮	(3.328±0.728)ab	(4.025±0.865)a	(2.712±0.505)b	(2.843±0.725)b	(1.722±0.354)c
二氢猕猴桃内酯	0.916±0.284	0.826±0.111	1.099±0.447	1.138±0.418	0.896±0.281
3-氧代- $\alpha$ -紫罗兰醇	(0.182±0.114)bc	(0.432±0.170)a	(0.294±0.232)ab	(0.144±0.048)c	(0.083±0.066)c
巨豆三烯酮 A	(1.042±0.218)b	(2.225±0.454)a	(0.925±0.253)bc	(0.890±0.373)bc	(0.644±0.175)c
巨豆三烯酮 B	(3.858±0.642)b	(9.201±1.628)a	(3.058±0.571)bc	(3.058±1.172)bc	(2.409±0.571)c
巨豆三烯酮 C	(1.588±0.469)b	(2.315±0.487)a	(1.119±0.398)bc	(1.484±0.638)b	(1.027±0.311)c
巨豆三烯酮 D	(4.435±0.792)b	(9.356±1.348)a	(2.607±0.503)c	(3.762±1.408)b	(2.839±0.461)c
合计	(10.924±1.949)b	(23.097±3.526)a	(7.709±1.706)cd	(9.194±3.382)bc	(6.919±1.337)d
金合欢基丙酮 A	(8.297±1.379)a	(7.239±0.937)a	(7.450±2.177)a	(7.133±1.915)a	(4.896±1.130)b
金合欢基丙酮 B	(0.469±0.282)a	(0.230±0.112)bc	(0.444±0.220)ab	(0.221±0.119)c	(0.171±0.071)c
合计	(8.766±1.550)a	(7.468±1.004)a	(7.894±2.394)a	(7.353±2.002)a	(5.067±1.164)b
植醇	(4.378±1.622)ab	(5.936±2.491)a	(5.046±2.276)a	(3.046±1.205)bc	(2.818±0.673)c
新植二烯	(411.035±79.967)a	(436.612±56.646)a	(356.277±25.108)ab	(322.182±63.537)bc	(264.910±61.727)c
类胡萝卜素类	(32.183±5.290)b	(46.206±6.078)a	(29.336±7.317)b	(30.369±8.123)b	(21.003±3.608)c
叶绿素类	(415.413±80.235)a	(442.548±59.057)a	(361.323±25.494)ab	(325.228±64.350)bc	(267.728±62.121)c
总计	(447.596±82.398)ab	(488.754±64.756)a	(390.660±29.568)bc	(355.597±72.045)c	(288.731±64.116)d

## 2.2 不同产地烟样各质体色素降解产物含量占致香物质总量的比例

由表 3 可知,不同产地烟样中质体色素降解产物含量占致香物质总量的比例约为 75%~85%,质体色素中的叶绿素类降解产物含量占致香物质总量的比例约为 70%~78%,质体色素中的类胡萝卜素类降解产物含量占致香物质总量的比例约为 5%~8%。不同产地烟样中质体色素降解产物占致香物质总量的比例较大的物质有新植二烯、巨豆三烯酮、金合欢基丙酮、金合欢基丙酮 A、巨豆三烯酮 D、巨豆三烯酮 B、 $\beta$ -大马酮、植醇、 $\beta$ -紫罗兰

酮。不同产地烟样中质体色素降解产物含量占致香物质总量的比例以河南汝阳最高,重庆武隆次之,四川会理最低,且叶绿素降解产物含量所占比例表现出同样的规律。不同产地烟叶致香物质总量中, $\beta$ -二氢大马酮、 $\beta$ -紫罗兰酮、巨豆三烯酮的 4 种同分异构体、3-氧代- $\alpha$ -紫罗兰醇含量所占的比例均以武隆地区最高;芳樟醇、6-甲基-2-庚酮、 $\beta$ -大马酮、香叶基丙酮、二氢猕猴桃内酯、金合欢基丙酮 A 含量所占的比例以汝阳最高;金合欢基丙酮 B、植醇以湖北保康最高,6-甲基-5-庚烯-2-酮以山东诸城最高。

表3 不同产地烟样各质体色素降解产物含量占致香物质总量的比例

Table 3 Proportion of products degraded by chromoplast pigment in different producing areas

质体色素降解产物	比例/%				
	四川会理	重庆武隆	湖北保康	河南汝阳	山东诸城
6-甲基-5-庚烯-2-酮	(0.110±0.019)b	(0.137±0.022)ab	(0.076±0.004)c	(0.141±0.029)ab	(0.167±0.050)a
芳樟醇	(0.041±0.006)a	(0.035±0.001)a	(0.020±0.003)b	(0.043±0.007)a	(0.039±0.015)a
6-甲基-2-庚酮	(0.008±0.007)a	(0.013±0.008)a	(0.012±0.008)a	(0.023±0.028)a	(0.011±0.009)a
β-大马酮	(0.851±0.127)d	(1.122±0.138)bc	(1.210±0.170)b	(1.429±0.097)a	(1.066±0.087)c
β-二氢大马酮	(0.180±0.023)c	(0.290±0.042)a	(0.273±0.068)ab	(0.266±0.021)ab	(0.233±0.042)b
香叶基丙酮	(0.191±0.046)c	(0.173±0.030)c	(0.380±0.090)a	(0.408±0.089)a	(0.276±0.117)b
β-紫罗兰酮	(0.567±0.127)b	(0.675±0.061)a	(0.554±0.049)b	(0.674±0.098)a	(0.484±0.088)b
二氢猕猴桃内酯	(0.157±0.050)b	(0.140±0.004)b	(0.222±0.074)ab	(0.266±0.060)a	(0.257±0.098)a
3-氧代-α-紫罗兰醇	(0.030±0.018)c	(0.071±0.018)a	(0.058±0.042)ab	(0.034±0.009)bc	(0.025±0.021)c
巨豆三烯酮 A	(0.177±0.033)b	(0.374±0.040)a	(0.188±0.036)b	(0.205±0.057)b	(0.181±0.051)b
巨豆三烯酮 B	(0.654±0.049)b	(1.560±0.205)a	(0.627±0.071)b	(0.707±0.172)b	(0.671±0.101)b
巨豆三烯酮 C	(0.268±0.077)c	(0.388±0.031)a	(0.226±0.060)c	(0.347±0.109)ab	(0.288±0.082)bc
巨豆三烯酮 D	(0.751±0.095)b	(1.584±0.147)a	(0.534±0.060)c	(0.872±0.193)b	(0.804±0.149)b
合计	(1.850±0.220)bc	(3.907±0.313)a	(1.574±0.216)c	(2.131±0.458)b	(1.944±0.332)bc
金合欢基丙酮 A	(1.407±0.148)b	(1.225±0.063)b	(1.518±0.332)ab	(1.681±0.191)a	(1.388±0.350)b
金合欢基丙酮 B	(0.077±0.045)ab	(0.038±0.016)c	(0.089±0.038)a	(0.051±0.023)bc	(0.048±0.019)c
合计	(1.484±0.167)ab	(1.263±0.051)b	(1.607±0.369)a	(1.732±0.202)a	(1.435±0.357)ab
植醇	(0.728±0.248)b	(0.976±0.284)ab	(1.025±0.394)a	(0.714±0.204)b	(0.788±0.157)ab
新植二烯	(69.586±7.847)b	(73.855±2.418)ab	(73.554±4.183)ab	(76.734±3.696)a	(73.327±3.156)ab
类胡萝卜素类	(5.469±0.680)b	(7.826±0.511)a	(5.986±1.034)b	(7.148±0.734)a	(5.938±1.094)b
叶绿素类	(70.314±7.611)b	(74.830±2.444)ab	(74.578±3.892)ab	(77.449±3.620)a	(74.115±3.025)ab
总计	(75.783±7.137)c	(82.657±2.872)ab	(80.564±3.020)abc	(84.597±3.755)a	(80.053±2.870)bc

### 2.3 不同产地烟样的感官评吸质量

由表4可知,不同产地烟叶单料烟的评吸得分从高到低依次为河南汝阳、重庆武隆、山东诸城、四川会理、湖北保康,其中,香韵、刺激性、杂气得分均以重庆武隆的最高,四川会理烟叶的香韵和

杂气得分最低,刺激性得分以湖北保康最低;香气量、香气质、烟气浓度、口感评吸得分以河南汝阳最高,其中香气量、烟气浓度、口感得分以湖北保康较低,香气质以四川会理最低。

表4 不同产地烟样的感官评吸得分

Table 4 Sensory evaluation score of tobacco leaves in different producing areas

评吸指标	感官评吸得分/分				
	四川会理	重庆武隆	湖北保康	河南汝阳	山东诸城
香韵	6.849±0.153	7.657±0.514	6.943±0.137	7.194±0.279	7.050±0.202
香气量	11.762±0.087	12.014±0.274	11.514±0.146	12.486±0.360	11.736±0.312
香气质	11.437±0.221	12.100±0.293	11.700±0.269	12.113±0.309	11.657±0.201
烟气浓度	7.222±0.230	7.329±0.550	6.971±0.108	7.843±0.262	7.043±0.102
刺激性	11.214±0.220	12.171±0.352	11.086±0.137	11.895±0.272	11.529±0.246
劲头	3.595±0.094	3.957±0.755	3.486±0.060	3.870±0.188	3.579±0.145
杂气	6.730±0.249	7.129±0.583	6.829±0.120	7.050±0.291	6.807±0.208
口感	15.746±0.129	16.200±0.185	15.671±0.193	16.788±0.323	15.864±0.186
评吸总分	74.556±1.048	78.557±3.222	74.200±0.901	79.238±1.803	75.264±0.996

2.4 不同产地烟样质体色素降解产物含量与感官评吸得分的相关性

相关分析表明,致香物质总量与香气质呈弱的负相关( $r = -0.112$ ),而与其他评吸指标呈弱的正相关( $r = 0.061 \sim 0.443$ )。由表 5 可知,香叶基丙酮、二氢猕猴桃内酯含量均与各评吸指标呈负相关,而金合欢基丙酮 B 含量与香气质、刺激性和口感呈显著负相关;6-甲基-5-庚烯-2-酮、 $\beta$ -紫罗兰酮含量与香气量呈极显著正相关; $\beta$ -二氢大马酮与香韵呈极显著正相关;巨豆三烯酮 C 与香韵、香气量呈极显

著正相关;巨豆三烯酮 D、类胡萝卜素降解产物含量与香韵、香气量、刺激性、口感、评吸总分均呈极显著正相关;巨豆三烯酮 A 除与烟气浓度相关性不显著外,与其他评吸指标均呈极显著正相关;巨豆三烯酮 B 与烟气浓度呈显著正相关,与其他评吸指标呈极显著正相关;叶绿素降解产物和新植二烯含量与香气量呈显著正相关;质体色素降解产物含量与香气量、烟气浓度呈显著正相关,而与香韵、香气质、刺激性、杂气、口感和评吸总分呈不显著的正相关。

表 5 不同产地烟样质体色素降解产物含量与评吸得分的相关系数

Table 5 Correlation between contents of products degraded from chromoplast pigment and smoking index in tobacco leaves from different producing areas

指标	相关系数								
	香韵得分	香气量得分	香气质得分	烟气浓度得分	刺激性得分	劲头得分	杂气得分	口感得分	评吸总分
6-甲基-5-庚烯-2-酮含量	0.381	0.627**	0.165	0.352	0.569*	0.330	0.158	0.534*	0.443
芳樟醇含量	0.012	0.490*	-0.274	0.399	0.168	0.202	-0.069	0.114	0.130
6-甲基-2-庚酮含量	0.459*	0.325	0.550*	0.160	0.297	0.319	0.517*	0.321	0.431
$\beta$ -大马酮含量	0.534*	0.352	0.497*	0.134	0.487*	0.282	0.385	0.412	0.458*
$\beta$ -二氢大马酮含量	0.638**	0.472*	0.558*	0.219	0.569*	0.390	0.407	0.486*	0.553*
香叶基丙酮含量	-0.228	-0.442	-0.072	-0.322	-0.403	-0.261	-0.127	-0.366	-0.315
$\beta$ -紫罗兰酮含量	0.529*	0.634**	0.294	0.414	0.449	0.568*	0.336	0.311	0.513*
二氢猕猴桃内酯含量	-0.142	-0.136	-0.147	-0.134	-0.302	-0.057	-0.119	-0.318	-0.197
3-氧代- $\alpha$ -紫罗兰醇含量	0.533*	0.437	0.433	0.236	0.411	0.433	0.326	0.278	0.457*
巨豆三烯酮 A 含量	0.850**	0.764**	0.682**	0.441	0.834**	0.647**	0.590**	0.717**	0.810**
巨豆三烯酮 B 含量	0.871**	0.803**	0.692**	0.497*	0.900**	0.662**	0.608**	0.771**	0.850**
巨豆三烯酮 C 含量	0.581**	0.688**	0.370	0.377	0.564*	0.531*	0.327	0.446	0.563*
巨豆三烯酮 D 含量	0.752**	0.781**	0.562*	0.426	0.820**	0.559*	0.433	0.712**	0.735**
巨豆三烯酮含量	0.814**	0.800**	0.624**	0.463*	0.852**	0.622**	0.522*	0.731**	0.793**
金合欢基丙酮 A 含量	-0.107	0.163	-0.257	0.109	-0.191	0.076	-0.045	-0.203	-0.080
金合欢基丙酮 B 含量	-0.402	-0.214	-0.466*	-0.128	-0.474*	-0.140	-0.381	-0.460*	-0.396
金合欢基丙酮含量	-0.154	0.115	-0.298	0.080	-0.240	0.048	-0.095	-0.249	-0.129
类胡萝卜素类降解产物含量	0.712**	0.730**	0.514*	0.414	0.694**	0.571*	0.460*	0.576**	0.681**
新植二烯含量	0.312	0.493*	0.077	0.452	0.327	0.410	0.275	0.194	0.364
植醇含量	0.423	0.406	0.231	0.319	0.242	0.503*	0.307	0.083	0.371
叶绿素类降解产物含量	0.322	0.500*	0.083	0.457*	0.331	0.420	0.282	0.194	0.371
质体色素降解产物含量	0.385	0.553*	0.139	0.475*	0.392	0.459*	0.317	0.250	0.427

2.5 不同产地烟样各质体色素降解产物含量占致香物质总量的比例与感官评吸得分的相关性

由表 6 可知,致香物质总量中质体色素降解产物含量所占比例与香气质和刺激性呈显著正相关;叶绿素降解产物含量(新植二烯和植醇含量)所占比例与各评吸指标均呈正相关,但相关性不显著;类胡萝卜素降解产物含量所占比例与香韵、香气质、

刺激性和总分呈极显著正相关,与香气量呈显著正相关;香叶基丙酮、二氢猕猴桃内酯、金合欢基丙酮 A、金合欢基丙酮 B 与各评吸指标呈负相关;芳樟醇与香韵、香气质、杂气呈负相关; $\beta$ -大马酮与香气量、烟气浓度呈负相关。巨豆三烯酮的 4 种同分异构体均与烟叶的香韵、香气量、香气质、刺激性、口感等呈极显著或显著正相关,表明巨豆三烯酮与烟叶感官评吸质量有极其密切的关系。

表 6 不同产地烟样各质体色素降解产物含量占致香物质总量的比例与评吸得分的相关系数

Table 6 Correlation between proportion of products degraded by chromoplast pigment and smoking index in tobacco leaves of different producing areas

指标	相关系数								
	香韵得分	香气量得分	香气质得分	烟气浓度得分	刺激性得分	劲头得分	杂气得分	口感得分	评吸总分
6-甲基-5-庚烯-2-酮所占比例	0.364	0.519*	0.268	0.195	0.616**	0.173	0.125	0.650**	0.415
芳樟醇所占比例	-0.048	0.438	-0.251	0.333	0.165	0.090	-0.120	0.152	0.087
6-甲基-2-庚酮所占比例	0.364	0.198	0.517*	0.028	0.206	0.179	0.433	0.277	0.323
$\beta$ -大马酮所占比例	0.301	-0.083	0.483*	-0.216	0.261	-0.065	0.220	0.295	0.191
$\beta$ -二氢大马酮所占比例	0.478*	0.158	0.560*	-0.060	0.422	0.119	0.289	0.430	0.363
香叶基丙酮所占比例	-0.244	-0.544*	-0.026	-0.405	-0.405	-0.332	-0.132	-0.340	-0.341
$\beta$ -紫罗兰酮所占比例	0.507*	0.419	0.428	0.136	0.419	0.374	0.298	0.350	0.433
二氢猕猴桃内酯所占比例	-0.210	-0.342	-0.095	-0.317	-0.373	-0.222	-0.151	-0.337	-0.293
3-氧代- $\alpha$ -紫罗兰醇所占比例	0.465*	0.314	0.434	0.099	0.340	0.302	0.273	0.261	0.371
巨豆三烯酮 A 所占比例	0.846**	0.664**	0.765**	0.283	0.860**	0.515*	0.567*	0.806**	0.781**
巨豆三烯酮 B 所占比例	0.847**	0.707**	0.745**	0.357	0.917**	0.529*	0.567*	0.844**	0.810**
巨豆三烯酮 C 所占比例	0.586**	0.603**	0.469*	0.206	0.587**	0.402	0.299	0.527*	0.536*
巨豆三烯酮 D 所占比例	0.736**	0.706**	0.618**	0.297	0.845**	0.437	0.396	0.791**	0.705**
巨豆三烯酮所占比例	0.805**	0.717**	0.693**	0.323	0.883**	0.495*	0.489*	0.819**	0.766**
金合欢基丙酮 A 所占比例	-0.285	-0.258	-0.185	-0.270	-0.406	-0.262	-0.156	-0.316	-0.316
金合欢基丙酮 B 所占比例	-0.429	-0.329	-0.426	-0.236	-0.531*	-0.219	-0.390	-0.490*	-0.449
金合欢基丙酮所占比例	-0.325	-0.284	-0.235	-0.279	-0.449	-0.268	-0.204	-0.362	-0.355
类胡萝卜素类降解产物所占比例	0.708**	0.524*	0.683**	0.141	0.712**	0.355	0.433	0.683**	0.625**
新植二烯所占比例	0.258	0.043	0.352	0.154	0.300	0.103	0.307	0.231	0.266
植醇所占比例	0.333	0.181	0.247	0.094	0.127	0.322	0.239	0.034	0.239
叶绿素类降解产物所占比例	0.281	0.053	0.373	0.162	0.313	0.122	0.326	0.238	0.284
质体色素降解产物所占比例	0.424	0.160	0.510*	0.190	0.457*	0.194	0.412	0.376	0.410

### 3 结论与讨论

a. 不同产地烟样质体色素降解产物含量与烟叶香气质量的关系。烟草中质体色素类物质在烟叶色泽、香气质量和风格等方面起着重要作用,尤其是各种色素降解产物之间的协调平衡与香气质量、风格密切相关<sup>[3]</sup>。周冀衡等<sup>[4]</sup>认为新植二烯是形成烟叶清香特色的主要因素之一。洪涛等<sup>[19]</sup>、马常力等<sup>[20]</sup>认为河南烤烟特征香气与类胡萝卜素降解产生的香气物质关系密切。笔者对 5 个烤烟主产地烟叶的质体色素降解产物含量进行分析,发现不同产地烟叶中各种致香物质含量存在明显差异。总体上看,烟叶的致香物质总量、质体色素降解产物含量(主要是叶绿素降解产物含量和叶绿素降解产物中的新植二烯含量)随纬度的增高呈下降趋势,其中四川会理和重庆武隆的含量相近,湖北保康和河南汝阳的含量相近,而山东诸城的含量最低,与周冀衡等<sup>[4]</sup>的研究结果基本相同,这可能主要是由各地的土壤、气候等生态条件和农业耕作制度等诸多方面的差异造

成的。通过对烤烟质体色素降解产物含量与感官评吸质量进行相关分析,发现大部分致香物质的含量与评吸指标呈正相关,而香叶基丙酮、二氢猕猴桃内酯与各评吸指标呈弱的负相关,这与前人的研究结果<sup>[21]</sup>相同;金合欢基丙酮 B 含量与香气质、刺激性和口感呈显著的负相关,与其他评吸指标呈弱的负相关。质体色素降解产物总量与香气量、烟气浓度呈显著正相关;叶绿素降解产物含量与香气量、烟气浓度呈极显著正相关,类胡萝卜素降解产物总量与香韵、香气量、刺激性、口感、总分均呈极显著或极显著正相关。肖协忠等<sup>[21-23]</sup>认为,香叶基丙酮、巨豆三烯酮 C 影响烟叶的香型,巨豆三烯酮 D、 $\beta$ -大马酮、香叶基丙酮、新植二烯等影响烟叶的香气量,而巨豆三烯酮 B、新植二烯、 $\beta$ -大马酮等影响烤烟的香气质。根据本试验结果,笔者认为巨豆三烯酮、香叶基丙酮、 $\beta$ -大马酮、新植二烯等质体色素降解产物可能是彰显烤烟特色的表征物质。

b. 不同产地烟样各质体色素降解产物含量占致香物质总量的比例与烟叶香气质量的关系。影响烟

叶香气的物质十分复杂,目前还很难确切说明烟叶致香物质的具体种类及其对烟叶香气质量的具体贡献<sup>[24]</sup>。为进一步探明烟叶致香物质与烟叶内在品质的复杂关系,对各产地烟叶致香物质总量中各质体色素降解产物含量所占比例进行了分析,发现不同产地烟叶质体色素降解产物含量占致香物质总量的比例约为 75%~85%,叶绿素类降解产物含量所占比例约为 70%~78%,类胡萝卜素类降解产物含量所占比例约为 5%~8%。烟叶质体色素降解产物含量占致香物质总量比例较大的物质有新植二烯、巨豆三烯酮、金合欢基丙酮、 $\beta$ -大马酮、植醇、 $\beta$ -紫罗兰酮。不同产地烟叶致香物质总量中,质体色素降解产物含量所占比例以河南汝阳最高,重庆武隆次之,四川会理最低,且叶绿素降解产物含量(新植二烯含量)所占的比例表现出同样的规律。不同产地质体色素降解产物在烟样中的含量差异比较明显,但其在致香物质总量中所占比例的差异却不及前者,这可能是由于评吸质量不仅与质体色素降解产物在烟样中的含量和在致香物质中所占比例有关,而且与其他致香物质的含量及其成分有关。

从本研究结果可知,烟叶致香物质含量与评吸质量之间的关系较为复杂,其内在品质具有多样性和差异性。笔者认为,为了更好地揭示特色烟叶的风格特征,今后应适当对其他致香物质及其化学成分进行分析,着重研究这些特殊的香气成分是否与烟叶特色形成具有稳定的对应关系。

#### 参考文献:

- [1] Week W W. Chemistry of tobacco constituents influencing flavor and aroma[J]. Recent Advance in Tobacco Science, 1985(11): 175-200.
- [2] Hasebe H, Suhara S. The quality estimation of different tobacco types examined by headspace vapor analysis[J]. 1999, 18(5): 213-222.
- [3] 过伟民,尹启生,宋纪真.烟草质体色素及其降解产物影响因素研究进展[J].华北农学报,2008,23(增刊): 358-362.
- [4] 周冀衡,杨虹琦,林桂华,等.不同烤烟产区烟叶中主要挥发性香气物质的研究[J].湖南农业大学学报:自然科学版,2004,31(1): 20-23.
- [5] 韦凤杰,范芝宽,刘国顺,等.饼肥对烤烟叶片发育过程中质体色素降解及相关酶类活性的影响[J].作物学报,2006,32(5): 766-771.
- [6] Whitefield D M, Rowan K S. Changes in the chlorophylls and carotenoids of leaves of tobacco during senescence [J]. Phytochemistry, 1974(13): 77-83.
- [7] Gopalam A, Gopalachari N C. Biochemical changes in leaf pigments and chemical constituents during flue-curing of tobacco[J]. Nicotine Tobacco Research, 1979(5): 117-124.
- [8] Court W A, Hendel J G. Changes in leaf pigments during senescence and curing of flue-cured tobacco[J]. Canadian Journal of Plant Science, 1984, 64: 229-232.
- [9] 过伟民,张骏,刘阳,等.烤烟质体色素及多酚与外观质量关系研究[J].中国烟草学报,2009,15(2): 33-40.
- [10] 詹军,宫长荣,王涛,等.密集烘烤干筋期风机转速对上部烟叶香气物质和评吸质量的影响[J].河南农业大学学报,2011,45(5): 502-507.
- [11] 赵铭钦,王付锋,张志逢,等.增施不同有机物质对烤烟叶片质体色素及其降解产物的影响[J].华北农学报,2009,24(6): 149-152.
- [12] 孟祥东,赵铭钦,李元实,等.耕作方式对成熟期烤烟质体色素及其降解产物含量的影响[J].西北植物学报,2010,30(8): 1660-1666.
- [13] 李雪君,郭芳阳,李耀宇,等.浓香型风格烤烟品种的筛选研究[J].河南农业科学,2010(11): 45-49.
- [14] 周冀衡,王勇,邵岩,等.产烟国部分烟区烤烟质体色素及主要挥发性香气物质含量的比较[J].湖南农业大学学报:自然科学版,2005,31(2): 128-132.
- [15] 杨虹琦,周冀衡,罗泽民,等.不同产区烤烟中质体色素及降解产物的研究[J].西南农业大学学报:自然科学版,2004,26(5): 640-644.
- [16] 杨虹琦,周冀衡,杨述远,等.不同产区烤烟烟叶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.
- [17] 于建军,庞天河,焦桂珍,等.攀西烤烟评吸结果与中性致香成分的关系[J].西北农林科技大学学报:自然科学版,2006,34(11): 77-82.
- [18] 詹军,宫长荣,李伟,等.密集烘烤干筋期干球和湿球温度对烟叶香气质量的影响[J].湖南农业大学学报:自然科学版,2011,37(5): 484-489.
- [19] 洪涛,马娅萍,孙守威,等.河南烤烟精油化学成分的研究[J].分析测试通报,1992,11(4): 64-65.
- [20] 马常力,韩锦峰,王瑞新,等.烤烟香气物质成分及其在成熟期间的变化[J].华北农学报,1992,7(2): 92-97.
- [21] 肖协忠,王放,贺英,等.烤烟致香成分与香气质量的相关性分析[J].中国烟草科学,2008,29(6): 1-6, 11.
- [22] 李国栋,于建军,董顺德,等.河南烤烟化学成分与烟气成分的相关性分析[J].烟草科技,2001(8): 28-30.
- [23] 李炎强,胡有持,朱忠,等.云南烤烟复烤叶片陈化过程香味成分的变化及与感官评价的关系研究[J].中国烟草学报,2004,10(1): 1-7.
- [24] 韩锦峰.烟草栽培生理[M].北京:中国农业出版社,2003: 189-221.

责任编辑: 杨盛强