

## 综述

## 烤烟香型表征研究

韩锦峰, 宋娜娜

河南农业大学农学院, 郑州市文化路 450002

**摘要:** 从香型的分类、表征指标(感官的, 常规化学成分的, 香气物质的, 常规化学成分与烟气前体物复合的)等方面对烤烟香型的表征研究进行了综述, 并提出了进一步研究的方向与建议。

**关键词:** 烤烟; 香型; 表征

**doi:**10.3969/j.issn.1004-5708.2014.06.024

**中图分类号:** TS42

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1004-5708 (2014) 06-0150-05

## Research on characterization of flue-cured tobacco flavor types

HAN Jinfeng, SONG Nana

Institute of Agronomy, Henan Agriculture University, Zhengzhou 450002, China

**Abstract:** Characterization of flue-cured tobacco flavor types was reviewed in such aspects as organoleptic indicators, conventional chemical composition, aroma substances, conventional chemical components and smoke precursors. Future research prospect and suggestions were thus proposed.

**Keywords:** flue-cured tobacco; flavor type; index of characterization

烤烟的香型是我国卷烟风格的重要构成因素, 是进行农业标准化生产的依据。因此, 无论卷烟工业生产, 还是烟叶生产都重视香型的表征研究。深入探讨和研究这一问题非常必要。

## 1 烤烟香型的分类

50-60 年代提出烤烟分为浓香型、中间型和清香型三大类<sup>[1-5]</sup>, 唐远驹<sup>[6]</sup>对三大香型特征列表进行了对比和说明。但研究者们对三大香型烟叶产区的认同并不一致, 丁瑞康等<sup>[1]</sup>和朱尊权<sup>[5]</sup>看法一致, 都认为清香型昆明、永定产区是代表, 中间香型代表烟区是青州、贵州, 浓香型的代表烟区是许昌、凤阳。史宏志等<sup>[7]</sup>笼统地提出清香型烟区是云南, 中间香型烟区是辽宁、吉林, 浓香区为河南。李章海等<sup>[8]</sup>研究认为, 云南的大理和福建三明是清香型, 中间香型是黔南, 浓香型产地是河南南阳, 汤朝起等<sup>[9]</sup>认

为河南产的浓香型烟叶主要在驻马店和平顶山。这种对产区香型的认定差异可能是研究地点不同, 取样不同, 研究时间不同, 栽培条件发生变化以及靠感官评定等因素所造成的, 但最根本的原因是没有一个统一的表征香型的客观指标来对各烟区进行系统研究和排查认定。后来, 有人把香型“细化”, 使原来的三大香型细化为清香型、清偏中、中偏清、中间型、中偏浓、浓偏中和浓香型等<sup>[8]</sup>, 以后又有人加上了一个浓透清<sup>[6]</sup>。但是, 这些过渡类型, 不管朝哪边偏, 朝哪边透, 不管其中的浓郁香韵和清香香韵比例占多大多小, 都符合中间香韵的特征<sup>[6]</sup>, 所以, 都应该是中间香型。

## 2 关于香型的表征指标

长期以来, 确定烤烟香型风格的方法主要是依靠感官, 主观的影响较大, 所以在对香型的确定、判断上存在有差异。近年对于香型的量化表征进行了不少研究, 都认为烤烟浓香型, 中间香型和清香型烟叶中常规化学成分、香味前提物质、香气物质含量有明显的不同, 都希冀在感官表征的基础上找出相对客观的

**作者简介:** 韩锦峰 (1934—) 博士, 教授, 博士生导师, 主要从事烟草栽培生理生化研究, Email:jinfenghan2002@126.com

**收稿日期:** 2014-04-16

量化表征方法,归纳有以下四种:

### 2.1 感官表征

对烤烟的三大香型的完整描述是由朱尊权及其合作者根据抽吸烟支感官所得到的一种体验而提出来的<sup>[4]</sup>,并表述为:浓香型是烤烟本身具有的浓郁香味,是卷烟的基本香味;清香型有烤烟本身香味,同时具有怡人的、突出的香气;中间香型既有烤烟本身较浓的香味,同时也有突出的气味特征,这些气味特征有些是怡人的,有些则是不受欢迎的。至于浓偏中,中偏浓,中偏清,清偏中和浓透清等香型则都是各研究者自己提出的,不像对三大香型一样有明确的描述。

### 2.2 常规化学成分表征

糖和烟碱是烟叶中重要的常规化学成分。关于清香型烤烟的常规化学成分表征指标曾有报道,烟碱含量2%,糖/碱比10-15<sup>[10]</sup>,烟碱2.68%,糖/碱比9.94<sup>[11]</sup>,烟碱2.1%,糖/碱比12.7<sup>[12]</sup>,烟碱1.2-2.4%,糖/碱比9-24<sup>[13]</sup>,烟碱1.79%,糖/碱比18.62<sup>[14]</sup>等等,大多数的烟碱在2%上下,糖/碱比在10-15或更高。中间香型烟叶常规化学成分表征指标有烟碱3.09%,糖/碱比8.74<sup>[11]</sup>,烟碱2.7%,糖/碱比8.7<sup>[12]</sup>,烟碱2.46%,糖/碱比14.45<sup>[14]</sup>;中偏清烟碱2.6%,糖/碱比9.7<sup>[12]</sup>,烟碱1.74%,糖/碱比17.72<sup>[14]</sup>;中偏浓香型烤烟烟叶的烟碱3.02%,糖/碱比10.44<sup>[14]</sup>;清偏中香型烟叶的烟碱1.8%,糖/碱比约20,可见中间香型的糖/碱比多在10左右略偏上;关于浓香型烟叶报道的有烟碱2.0%~2.2%,糖/碱比12.7~14.8时彰显程度高,烟碱含量大于2.5%或小于1.8%,糖/碱小于10或大于14时彰显低<sup>[9]</sup>。烟碱2.46%~3.08%,糖/碱5.57~8.07<sup>[15]</sup>,烟碱2.0%,糖/碱比9.42<sup>[16]</sup>,糖/碱比多在10左右,略偏下。可以看出,烟碱、糖/碱比对香型的彰显影响很大<sup>[17]</sup>,但表征的指标并不很一致,可以肯定的是烟碱含量偏低,糖/碱比偏大,偏向于清香,反之偏向浓香。

关于无机成分与烟叶香型的关系有报道称,K含量影响典型风格的彰显<sup>[17]</sup>。烟叶越偏清香,钾含量越低,清香型烟叶K含量显著低于中偏浓或浓偏中香型<sup>[17]</sup>。与此相反,也有人认为,提高K含量对凸显清香型有利,随清香型的逐渐彰显,K/Cl比逐渐上升<sup>[18]</sup>。氯与香型呈负相关,清香型烟叶的氯离子含量高于浓透清<sup>[12]</sup>,也有报道称,总氯与香型呈显著正相关<sup>[17]</sup>,K/Cl与香型呈显著负相关<sup>[17]</sup>,Cl含量与中间香型彰显呈负相关<sup>[19]</sup>。烟叶中Fe含量高有利于清香型彰显<sup>[18]</sup>,Cu和Ca在清香型烟叶中较高,中间型和中偏浓型烟叶中相对较高<sup>[13]</sup>。浓香型的

Mn、Cu、Zn含量低于清香型,清香型的Ca含量低于浓香型、中间香型<sup>[20]</sup>。可以看出,无机成分中的K、Cl以及K/Cl对于香型彰显有主要作用,但具体指标报道也不一致。

### 2.3 香气(致香)物质表征

用烟叶中的香气物质或致香物质含量表征香型是近年来的研究热点,肖协忠等<sup>[21]</sup>提出影响香型的主要致香物质是香叶基丙酮、巨豆三烯酮等20种,根据分段的多元线性回归模型提出,邻苯二甲酸二辛脂>15.4时烤烟呈偏清香型,在此条件下丙酸、酸性总量、吲哚、香叶基丙酮、巨豆三烯酮含量越高,香型向中间变化;戊酸、糖醛、茄酮等7种物质含量增高,香型则趋于清偏中。2,3,5-三甲基吡嗪≤0.03时表现为中间香型,巨豆三烯酮含量增高,趋于中偏浓;糠醛、苯甲醛等含量增高,香型趋于中偏清;苯甲醛<1.17时,主要表现为浓香型,苯甲醛越低浓香型越明显。李章海等<sup>[8]</sup>提出用香型指数来表征香型,他们从烟叶中分析到的36种香气物质中选取茄酮、二氢猕猴桃内酯、异戊酸、二氢-β-紫罗兰酮、法尼基丙酮、苯甲醇、巨豆三烯酮、棕榈酸甲酯和大马酮等9种香气物质,建立了“香型指数”方程,确定香型指数≤2.8为清香型,指标越小,清香越明显,指标在2.8~3.8范围内为中间香型,指标≥3.8为浓香型,且指标越大,浓香越明显。薛超群等<sup>[22]</sup>通过对49项理化指标(含香味物质指标)进行逐步回归分析提出,糖醛、5-甲基糠醛、乙酰呋喃、香叶基丙酮等4种香气物质是影响烤烟型风格程度的主要指标,它们共同决定烟叶浓香型风格程度变化的88.7%,可用于烤烟浓香型风格程度的表征、评价和预测,并给出了最典型、典型和次典型浓香风格烟叶中这9种物质的各自表征区间,但该研究未涉及中间型、清香型风格烟叶的表征。常爱霞等<sup>[18]</sup>认为多酚类物质的含量有利于清香型风格的凸显,而二氢大马酮、香叶基丙酮、巨豆三烯酮1、巨豆三烯酮2和巨豆三烯酮4等五种物质含量高时有利于浓香型风格,特别是香叶基丙酮含量高时有利于浓香型风格的凸显。上述各项研究均提出了香型表征的主要致香物质,但选择的指标物质都各有不同,如李章海等<sup>[8]</sup>用以表征香型指标计算所选取的7种物质中没有薛超群等<sup>[22]</sup>表征浓香型选取的4种物质,而李章海等<sup>[8]</sup>选作指标的异戊酸在别人的研究中均未被选取。肖协忠等<sup>[21]</sup>确定的表征香型的主要致香物质邻苯二甲酸二辛酯、2,3,5-三甲基吡嗪、苯甲醛也未被李章海等和薛超群等选用。各研究者表征香型所选用的指标不同可能与取样、分析测试技术

有关。

## 2.4 常规化学成分与香气前体物质复合表征

张永安等<sup>[23]</sup>研究了烤烟香型特征与常规化学成分和香气前体物的关系,指出清香型和浓香型风格的主要区别与多酚、醚提取物等香气前体物质含量差异有关,含量越高,越近清香,香型风格表现程度与碳、氮化合物含量存在显著差异,浓香型与中间香型烟叶中碳、氮化合物含量存在差异。香型与烟叶中总挥发碱含量有关系,表现为浓香>中间香型>清香型<sup>[24]</sup>。微量生物碱(降烟碱、假木贼烟碱、新烟碱等)与烟叶香型彰显有关系<sup>[23]</sup>,浓香型烟叶的微量生物碱含量低,随着微量烟碱/烟碱比值升高,向中间香型风格转变,云南清香型烟叶的微量碱/烟碱比值高<sup>[23]</sup>,而且随比值升高而清香型特点明显(比值 $4.925 \rightarrow 6.07 \rightarrow 6.25$ ,表现为浓透清为主 $\rightarrow$ 清香为主 $\rightarrow$ 清香风格明显)。这些研究肯定了影响香型的常规化学成分和香气前体物,但未明确提出具体的指标。毕淑峰等<sup>[25]</sup>以醚提取物和常规化学成分如灰分、钾、氮、蛋白质、烟碱、总糖、还原糖等 8 类物质为自变量对不同香型特色烤烟进行逐步判别分析,构建了浓香型、中间香型和清香型烤烟的判别函数,对样品的判别准确率达 93.3%,但判别函数的建立未把烤烟中的主体香气物质考虑进去。

## 3 关于烤烟香型表征的思考

### 3.1 加强对已有烤烟香型的表征指标进行对比研究

关于烤烟香型的表征指标如前所述已有不少研究,有些是很有意义的,如李章海等<sup>[8]</sup>的香型指数表征,肖协忠等<sup>[21]</sup>的分段多元线性回归模型提出的表征指标,薛超群等<sup>[22]</sup>提出的浓香型可用 4 种物质作表征指标以及毕淑峰等<sup>[25]</sup>的判别函数表征等等。但是彼此所提的表征指标差别很大,因此还应采用多点、多样、有目的地对它们进行细微的对比研究,以求尽快找出看法比较一致的烤烟香型表征指标。

### 3.2 继续寻找新的香型表征指标

已有的研究提出了不少表征香型的指标,但是为了更简明,便于应用还可以考虑继续寻找新的表征指标,我们以为新的指标应包括决定香型的主体香气物质和强化香型彰显的常规化学成分。

#### 3.2.1 表征香型的主体香气物质

烤烟香型风格不仅与香气成分有关,与烟叶中主体香味成分关系更为密切。我国烤烟的主体香气物质有巨豆三烯酮、茄酮、大马酮<sup>[8,26]</sup>等,其中巨豆三烯酮含量比较稳定,而后两种物质在烟叶中的含量变化

则较大<sup>[26]</sup>,茄酮在浓香型烟叶含量高,它的前体物西柏三烯醇类物质是浓香型物质的代表<sup>[7, 8,21,27,28]</sup>,嗅吸是烤香味<sup>[28]</sup>,大马酮在清香型烟叶含量高<sup>[8]</sup>,嗅吸具清香味<sup>[28]</sup>,这两种物质对香型风格形成较大影响<sup>[8,26,27,28]</sup>,而且所有研究者测定的香气物质成分中都有这两种物质的存在。所以在探索香型表征指标时,这两种物质必须考虑进去,尤其是再考虑到茄酮的前体物西柏三烯醇类物质仅仅只是由腺毛合成和分泌出来,极易受环境条件影响<sup>[29,30,31]</sup>这一特殊情况,所以茄酮在表征香型、表征指标中更是不可或缺。李章海等<sup>[8]</sup>用香型指数表征香型是独到的,他们选用茄酮、大马酮、巨豆三烯酮等九种物质计算香型指数,并确定了清香型、中间香型和浓香型表征的指数范围。借用他们的数据把茄酮和大马酮除外七种物质计算出的数值则很近似,如清香型(指数 1.7)为 3.6089,中间型(指数 3.1)为 3.6857,浓香型(指数 4.2)为 3.6417。可见是茄酮和大马酮左右了香型指数的变化。由此,我们依李章海等<sup>[8]</sup>资料计算了茄酮/大马酮的比值,其变化趋势正好与香型指标变化一致,如清香型指数为 1.7 和 2.8 时,茄酮/大马酮分别 0.47 和 0.784,中间香型指数为 3.1~3.8 时,茄酮/大马酮为 0.857~1.35,浓香型指数为 4.2 时,茄酮/大马酮为 2.6。由此我们设想试用茄酮/大马酮的比值作为香型表征指标,并设想提出茄酮/大马酮 $\leq 0.8$ 为清香型,越小越清香,比值在 0.8~1.35 之间为中间香型,比值在 1.35 以上为浓香型。用茄酮/大马酮的比值在薛超群等<sup>[32]</sup>的浓香型烟叶研究资料试算,均在 1.6~2.1 之间,在何永秋<sup>[15]</sup>浓香型烟叶资料试算均在 1.57~2.89 之间。在钱华等<sup>[33]</sup>浓香型烟叶研究中茄酮/大马酮均在 1.57~2.58 之间,符合推测。所以推测用茄酮/大马酮的比值来表征香型是可能的,而且简单明了,易于操作。当然这只是推理提出,也可能是一种巧合,所以尚需进行大量试验,特别是茄酮/大马酮在中间香型,清香型烟叶中的表现更需验证。

#### 3.2.2 重要的常规化学成分可作为香型风格凸显的强化因子列入表征指标

在表征香型指标研究中,一致看法是烟碱、糖/碱比、K/Cl 比在烤烟香型彰显中有重要作用<sup>[10,12,13,16-18]</sup>。烟碱不仅在根系中合成,而且腺毛分泌物中也有<sup>[34]</sup>。大家知道,腺毛的分泌极易受环境条件影响<sup>[31,34]</sup>,这就表明烟碱在彰显香型中的特殊性和重要性,但各研究者对表征浓香型、中间香型和清香型所提烟碱含量,糖/碱、K/Cl 比值的区间不尽相同<sup>[9,12,15-18]</sup>。在各香型表征中尚未有比较近似的指标。所以把烟碱含量、

糖 / 碱比和 K/Cl 作为香型彰显的强化因子深入研究，确定其具体指标是十分必要的。

相信通过决定主体香型的致香物质和强化香型彰显的常规化学成分的结合，必能尽快地找出简单量化和可操作性强的表征香型的指标，以更好地推动卷烟工业和烟草农业的发展。

3.2.3 试从烟气成分含量方面寻找新指标

感官确定香型的实质是烟气物质对感官作用的反应，烟气物质有近 4000 种，它们主要源自烟叶（烟叶中化学成分超过 3000 种）<sup>[4]</sup>，而烟气物质与香型的关系尚未见报道，如从烟气物质中寻找能决定香型或影响香型的物质及其含量来表征香型将是一个新的方向。

3.3 深入研究决定香型及其变化的机理

烤烟香型是由品种所含的主体香气物质所决定的，但环境条件和栽培措施又能通过改变烟叶主体香气成分含量而使香型改变<sup>[8,35]</sup>，因此，深入研究什么品种特点决定了香型、环境和栽培措施怎样影响了香型变化的机理对于烟草农业和烟草工业都是十分重要的。为了解决这一问题，我们设想把切入点放在腺毛发育及其分泌物西柏三烯醇类物质方面，因为西柏三烯醇类物质在浓香型烟叶含量高<sup>[8,36]</sup>（可能是香型表征的主体物质），而且是仅在烟叶的腺毛中合成与分泌。对香型彰显有重要作用的烟碱也在腺毛中有分

泌，而且已经证明环境条件和栽培措施对烟叶腺毛的发育和分泌以及相关基因表达都有重要影响<sup>[36]</sup>。已有证明腺毛中西柏三烯醇类化合物合成的关键酶基因西柏三烯一醇合成酶（CYC-1）和西柏三烯一醇羟化酶（CYP7D16）转录水平的表达与西柏三烯一醇和西柏三烯二醇含量变化一致<sup>[37]</sup>。可见，着力于腺毛有关问题的深入研究，弄清各种腺毛以及腺毛头细胞合成和分泌西柏三烯醇类物质的形态结构及分泌、生理生化机能和有关分子表达以及环境条件和栽培措施对它们的影响就可以缩小机能研究范围，就有可能较快地、较准确地找出决定香型和香型变化的机理。

3.4 完善烟叶中香气物质的分析测定方法

现已提出的烤烟香型的表征指标很不一致，如李章海等<sup>[8]</sup> 香型指数所采用的异戊酸，别人的研究中未测出，因此未有采用。薛超群等<sup>[22]</sup> 提出用糠醛、甲基糠醛等物质表征浓香型，其他研究者未采用，再如也有研究<sup>[8,16]</sup> 认为浓香型的茄酮含量高于清香型，而李伟等<sup>[38]</sup> 研究结果是清香型烟叶茄酮含量高于浓香型。如此等等的差异可能与测定方法有关，如已有证明，类西柏烷类化合物对温度、光化学和氧化非常敏感<sup>[39]</sup>。选取几位研究者测定香气方法中的几个温度指标异同列为表 1。由表 1 可以看出，表中所列几种物质含量变化很大，变化或可能与升温程序中的温度，特别是升温速度有关。

表 1 烟叶中香气物质测定方法中几个温度指标及某些产物含量异同比较

Tab. 1 Comparison results of temperature indicators and some product content in the determination of flavor substances in leaf tobacco

| 研究者        | 李章海等 <sup>[8]</sup>                    | 薛超群等 <sup>[22]</sup>                       | 李伟等 <sup>[39]</sup>                                          | 景延秋等 <sup>[33]</sup>                                           |
|------------|----------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| 进样口温度      | 250℃                                   | 280℃                                       | 260℃                                                         | 250℃                                                           |
| 离子源温度      | 170℃                                   | 230℃                                       | 230℃                                                         | 177℃                                                           |
| 程序升温       | 40℃ (2min)4℃ /min<br>250℃ (10min)<br>→ | 60℃ (1min)<br>2℃ /min<br>280℃ (20min)<br>→ | 50℃ (1min)8℃ /min<br>160℃ (2min)8℃ /min<br>280℃ (20min)<br>→ | 50℃ (2min)2℃ (min)<br>120℃ (5min)2℃ (min)<br>240℃ (30min)<br>→ |
| 茄酮 (μg/g)  | 浓 > 中 > 清<br>59.8>28.8>18.6            | 浓 > 其它香型<br>120.91> 其它                     | 清 > 浓 > 中<br>50.27>42.18>30.77                               | 浓 > 其它香型<br>115.23> 其它                                         |
| 大马酮 (μg/g) | 清 > 中 > 浓<br>54.4>33.7>23.0            | 清 > 其它<br>86.57> 其它                        | 浓 > 清 > 中<br>13.78>13.35>11.52                               | 浓 > 其它<br>30.41> 其它                                            |
| 糠醛 (μg/g)  | 未报道                                    | 20.24-162.19                               | 4.08-5.41                                                    | 10.27-29.92                                                    |
| 异戊酸        | 浓 > 清                                  | 未报道                                        | 未报道                                                          | 未报道                                                            |

取样时间也可能与测定结果有关系,如从新烟叶到陈化期间茄酮含量增加量大,大马酮也有增加,但没有茄酮增加幅度大<sup>[40,41]</sup>。所以以香气物质含量表征香型时,取样的一致性和时间也应当注意,可见,为了准确找出表征香型的指标,完善研究和分析方法是十分必要的。

总之,对上述几点进行深入研究就可能会为香型的表征和香型的凸显程度找出简明、可行的量化指标,以利于烟草农业的目标栽培和工业上准确合理利用烟叶原料。

## 参考文献

- [1] 丁瑞康,王承翰,朱尊权,等.卷烟工艺学[M].北京,食品工业出版社,1958:1-7.
- [2] 黄振勋,张大鹏.科学技术名词解释——糖烟酒部分[M].北京,科技出版社,1958:15-19.
- [3] 中等商业学校烟叶商品学教材编写组(雷嘉栋).烟叶商品学[M].合肥:安徽人民出版社,1962:245-248.
- [4] 张红,朱尊权[M].北京:中央文献出版社,2004.
- [5] 朱尊权.中华卷烟的研制与生产[N].东方烟草报,金周刊,2009-01-02.
- [6] 唐远驹.关于烤烟香型的探讨[J].中国烟草科学,2011,32(3):1-7.
- [7] 史宏志,刘国顺.烟草香味学[M].北京,中国农业出版社,1998.
- [8] 李章海,王能如,王东胜,等.烤烟香型的主要影响因子及香型指标模型的构建初探[J].安徽农业科学,2009,37(3):2055-2057.
- [9] 汤朝起,王平,窦玉青,等.河南烤烟主化学成分与吸食品质的关系[J].中国烟草科学,2009,30(5):41-45,49.
- [10] 张崇范.对烟叶质量的再认识[J].中国烟草,1993(4):12-14.
- [11] 秦松,王正银,石俊雄.贵州省不同香气类型烟叶质量特征研究[J].中国农业科学,2004,39(11):2319-2326.
- [12] 冯永铿,杨虹琦,窦玉青,等.烟叶香型与特色定位研究进展[J].作物研究,2012,26(7):151-154.
- [13] 杜咏梅,刘新民,王平,等.宣威产区烤烟香型风格及其主要化学成分指标适宜区间的研究[J].中国烟草学报,2010,16(3):13-18.
- [14] 汤朝起,窦玉青,刘国,等.攀西烤烟主要化学成分与吸食品质的关系研究[J].中国烟草学报,2011,17(5):29-33.
- [15] 何永秋.不同钾肥对植烟土壤养分和烤烟生长发育及品质的影响[D].河南农业大学硕士论文,2013.
- [16] 郑湖南.不同香气风格烤烟常规化学成分和香气物质的差异研究[J].安徽农业科学,2008,36(31):13700-13728.
- [17] 窦玉青,汤朝起,王平,等.闽西,赣中不同香型烤烟主要化学成分对吸食品质的影响[J].烟草科技,2009(11):15-20.
- [18] 常爱霞,张建平,杜咏梅,等.烤烟香型化学成分主导的不同产区烟叶聚类分析[J].中国烟草学报,2010,16(2):14-19.
- [19] 吴春,王轶,蒲文宣,等.中间香型烟叶特色彰显度与主要化学成分的相关及通径分析[J].中国烟草科学,2012,33(4):1-6.
- [20] 席元肖,魏春阳,宋纪真,等.不同香型化学成分含量的差异[J].烟草科技,2011,5:29-33.
- [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].中国科学,2008,29(6):1-6,11.
- [22] 薛超群,王建伟,奚家勤,等.烤烟烟叶理化指标与浓香型风格程度的关系[J].烟草科技,2012,1:52-56.
- [23] 张永安,郑湖南,周冀衡,等.不同产区烤烟香气特征与化学成分的差异[J].湖南农业大学学报(自然科学版),2007,33(5):568-571.
- [24] 牛莉莉,黄五星,邵惠芳,等.不同香型烤烟挥发性碱含量与品质指标的关系分析[J].中国烟草学报,2013,19(5):16-21.
- [25] 毕淑峰,朱显灵,马成泽.逐步判别分析在中国烤烟香型鉴定中的应用[J].热带作物学报,2006,27(4):104-108.
- [26] 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.
- [27] 试论郴州烟叶发展战略的八大战略抉择[EB/OL].http://www.cyfk.cn/xxlri.asp?ID=6792,2007:05-08.
- [28] 韩锦峰,马长力,王瑞新,等.不同肥料类型及成熟度对烤烟香气物质成分及香型的影响[J].作物学报,1993(3):252-261.
- [29] Chang S Y, C Grunwald. Duvatrienediol, alkenes, and fatty acid in cuticular wax of tobacco leaves of various physiological maturity[J]. Phytochemistry, 1976, 15: 961-963.
- [30] Chang S Y, C Grunwald. Structural organization of tobacco leaf polar cuticular lipids[J]. Bot Gaz, 1980, 141: 360-365.
- [31] Carolyn K. Keene and George J. Wagner. Direct demonstration of duvatrienediol biosynthesis in glandular heads of tobacco trichomes[J]. Plant physiology, 1985, 79: 1026-1032.
- [32] 薛超群,王建伟,奚家勤,等. Agri 土壤调理剂用量对烟叶香气质量的影响[J].烟草科技,2012(7):86-90.
- [33] 钱华,杨军杰,史宏志,等.豫中不同土壤质地烤烟烟叶中性致香物质含量和感官质量的差异[J].中国烟草学报,2012,18(6):17-22.
- [34] Anderson R A et al. Green leaf headspace volatiles from Nicotiana tabacco lines of different trichane morphology[J]. J. Agric. Food China, 1988, 36: 295-299.
- [35] 李章海,王能如,王东胜,等.不同生态尺度烟区烤烟香型风格的初步研究[J].中国烟草科学,2009,30(3):67-70.
- [36] 韩锦峰,张智勇,刘华山,等.烟草腺毛及其分泌物西柏三烯醇类物质的研究进展[J].中国烟草学报,2013,19(5).
- [37] 王霄龙,杨永霞,张松涛,等.中间香型烤烟叶面腺毛形态及分泌特性研究[J].中国烟草学报,2013,19(3):45-48.
- [38] 李伟.烤烟香型间致香物质组成比例及其差异分析[J].中国烟草学报,2013,19(2):1-6.
- [39] Inger Wanlberg, Kerstin Karlsson, Douglas J, et al. Effect of flue-curing and aging on the volatile, neutral and acidic constituents of virginia tobacco[J]. Phytochemistry, 1977, 16(6): 1217-1231.
- [40] 朱大恒.烟叶发酵的生物和化学变化及机理研究[D].湖南农业大学,1998.
- [41] 谢剑平.烟草与烟气化学成分[M].北京:科学出版社,2011.