

## 综述

## 烤烟烘烤与烟叶香吃味关系研究进展

王爱华<sup>1</sup>, 杨 斌<sup>2</sup>, 管志坤<sup>2</sup>, 王松峰<sup>1</sup>, 孙福山<sup>1</sup>, 徐秀红<sup>1</sup>, 王传义<sup>1</sup>, 訾莹莹<sup>3</sup>

1 农业部烟草类作物质量控制重点开放实验室, 中国烟草总公司青州烟草研究所, 青岛科苑经四路 11 号 266101;

2 山东青岛烟草有限公司, 青岛 266071;

3 中国农业科学院研究生院, 北京 100081

**摘要:** 介绍了烘烤过程中烟叶香气成分的形成和变化规律, 综述了烘烤环境温湿度、脱水干燥、气体组分和烘烤设备等烘烤环境条件对烟叶香吃味的影响, 并对提高烟叶香吃味的烘烤研究方向进行了展望。

**关键词:** 烤烟; 烘烤; 环境条件; 香吃味

doi:10.3969/j.issn.1004-5708.2010.04.019

中图分类号: TS441 文献标识码: A 文章编号: 1004-5708(2010)04-0092-06

### Research progress in flue-cured tobacco curing and its effect on taste

WANG Ai-hua<sup>1</sup>, YANG Bin<sup>2</sup>, GUAN Zhi-kun<sup>2</sup>, WANG Song-feng<sup>1</sup>,

SUN Fu-shan<sup>1</sup>, XU Xiu-hong<sup>1</sup>, WANG Chuan-yi<sup>1</sup>, Zi Ying-ying<sup>3</sup>

1 Key Laboratory of Tobacco Quality Control, Ministry of Agriculture; Qingzhou Tobacco Research Institute of CNTC, Qingdao 266101, China;

2 Shandong Qingdao Tobacco Co., Ltd 266071, China;

3 Graduate School of CAAS, Beijing 100081, China

**Abstract:** Research and findings in effects of curing environments, such as temperature and humidity, dehydration, gas phase compositions, flue-curing equipments, on aroma and taste in flue-cured tobacco, were reviewed. Future research focus on improving aroma and taste of flue-cured tobacco were also discussed.

**Key words:** flue-cured tobacco; flue-curing; environmental condition; aroma and taste

烤烟的香吃味是衡量其品质的重要因素。目前我国烟叶质量水平已经有了明显提高, 在一些主要烟区的部分烟田, 烟草田间长势长相已具有优质烟的态势, 被国内外专家公认达到或接近国际先进水平。但是烤后烟叶在香吃味方面, 与进口烟叶却有不同程度的差距<sup>[1]</sup>。如何将烟叶烤香, 以提高烤烟的香吃味, 进一步满足“中式卷烟”原料需求, 是我国烤烟生产面临的重大课题。有关烟叶香吃味的研究已有 60 多年历史, 烤烟香气物质在烘烤过程中形成的, 并发生一定的变化, 烘烤环境条件和工艺对香气有着极大的影响。因

此, 笔者针对烤烟烘烤与烟叶香吃味关系研究现状进行了系统综述。

## 1 烘烤过程中烟叶香气成分的形成和变化规律

### 1.1 烟叶香气成分的形成

烟叶成熟和调制过程是香气前体物降解, 香气形成和转化的主要时期<sup>[2-4]</sup>。烤烟的香气物质是通过烟叶的香气前体物分解、转化形成的。烟叶香气前体物是烟叶在生长发育过程中形成的, 其本身不具有香味特征, 但通过分解、转化可以成为致香成分<sup>[5-7]</sup>。烟叶香气前体物一般多为大分子化合物, 主要有西柏烷类化合物、类胡萝卜素、木质素、糖-氨基酸缩合物、类脂物等。烟叶中香气前体物的种类、含量以及降解转化条件的控制对烟叶香气物质的形成影响很大。

许多香气成分与色素的降解产物有关<sup>[8-12]</sup>。新植二烯在调制初期大量增加, 据推测它由叶绿素的分解物植醇脱水产生。类胡萝卜素是烤烟香气成分的重要

**作者简介:** 王爱华, 女, 硕士, 助理研究员, 主要从事烟草调制加工研究, Tel: 0532-88702076, E-mail: wah0627@126.com

孙福山(通信作者), 男, 硕士, 研究员, 主要从事烟草调制加工研究, Tel: 0532-88702076, E-mail: sfshqd@163.com

**基金项目:** 山东青岛烟草有限公司科技项目(2009121)

**收稿日期:** 2009-11-30

香气前体物质,降解时因键断裂位置不同,形成不同的香气成分<sup>[4,8-9,13-14]</sup>。叶表面的蜡质物降解形成许多重要的香气成分。在调制过程有两个主要化学变化,即蛋白质水解形成氨基酸,淀粉水解形成糖。而氨基酸和糖的非酶棕色化反应即美拉德(Maillard)反应,被认为是香气成分形成的重要过程之一。美拉德反应中产生的各种杂环化合物是烟草的重要香气成分<sup>[8-10]</sup>。

## 1.2 烟叶香气成分的变化

烟叶在成熟时,香气物质就有了一定的含量,在调制期间,伴随着香气前体物的降解和美拉德反应的发生,许多挥发性致香成分产生或含量增加,但也有一些成分保持稳定或减少甚至消失。一般来讲,烟叶在烘烤过程中香气成分变化的基本特征是:在变黄阶段通过生化变化,使烟叶中的大分子物质如淀粉、蛋白质等分解转化,形成香气前体物质;在定色阶段,香气前体物质可以发生缩合形成致香物质;干筋阶段在高温条件下,部分香气成分则发生分解<sup>[1]</sup>。

瓦尔伯格(Wahlberg. L)<sup>[15]</sup>对烤烟在烘烤和陈化前后挥发性物质的变化进行了系统研究,结果表明,烟叶经烘烤陈化后,挥发性碱减少,挥发性酸增加,很多香味物质产生和增加,因而显著提高了香气,改善了吃味,减少了刺激性和杂气。

中性香味物质种类最多,对感官香味贡献最大,它们的前体物与转化物多种多样,其消长变化对烟草香味有很大影响。烟叶中很大一类致香物质是胡萝卜素类物质氧化分解产生的。在胡萝卜素侧链不同部位氧化降解产生的化合物中,大部分在烘烤前都存在,在烘烤后含量增加,巨豆三烯酮的4个异构体中,有3个在烘烤前含量很低,另一个在变黄阶段才产生,经过烘烤,有3个异构体的含量显著增加<sup>[8,16]</sup>。另一类烟草香气物质是无环异戊二烯类物质经氧化分解转化生成的。在调制过程中,香叶基丙醇、茄尼醇、茄尼基丙酮和六氢茄尼基丙酮的相对含量有所增加<sup>[8,10]</sup>。

烟叶中含量很高的新植二烯在调制过程中大大增加,据推测它可能来自叶绿素分解而产生的植醇。黑松烷类降解产物构成烟叶中另一类重要香味物质,其中茄酮占较大比例,其含量随着烘烤过程的进行而增加<sup>[1]</sup>。

很多研究表明,在调制过程中美拉德反应激烈进行,糖-氨基酸棕色化反应产物增加<sup>[10]</sup>。其中2-甲酰吡咯、2-甲酰-5-甲基吡咯在烘烤时产生,贮藏期间积累。丙基吡咯在烘烤和陈化过程中都增加。变化最大的是乙酰吡咯,在烘烤过程中大约增加8倍。2-乙酰呋喃、乙酸糠脂、甲基糠醛在烘烤和陈化过程中都有积

累,糠醛含量变化不大,烷基呋喃类物质减少或消失。

与脂类代谢相关的香味物质中,许多结构较简单的醇、醛、酮、酸和脂,如C<sub>4</sub>~C<sub>10</sub>的饱和正构醇、2-甲基丁醇和4-甲基戊醇等在烘烤过程中减少或变化不大。不饱和醇中,3-甲基-2-丁烯醇和3(Z)-己烯醇在烤前含量较高,烘烤过程中含量减少。有11种无环醛、6种无环酮在烤前含量低,在烘烤过程中进一步减少消失<sup>[1]</sup>。

施帕茨等<sup>[17]</sup>对烤烟调制过程中脂类物进行的变量分析,结果表明,在烘烤过程中,烟叶中己烷提取物如茄尼醇、烃蜡、新植二烯含量显著增加,C<sub>14</sub>~C<sub>18</sub>脂肪酸含量稍有变化,一般呈下降趋势,特别是C<sub>16</sub>和C<sub>18</sub>不饱和脂肪酸含量下降明显。

## 2 烘烤环境条件对烟叶香吃味的影响

在调制过程中,调制条件的不同,直接影响着烟叶香气成分的消长变化。大量研究表明,只有在调制过程中将温度、湿度、脱水、风速等烘烤条件与烟叶中的生理生化变化密切配合,才能使烟叶在调制过程中直接或间接形成有利于香气的化学成分。

### 2.1 烘烤环境温湿度对烟叶香吃味的影响

#### 2.1.1 变黄期温湿度

变黄期温度条件对烟叶的香吃味具有决定性影响。如果变黄期温度过低,变黄过慢,变黄期过长,呼吸消耗过度,就会大大削弱香味物质的生成基础,烟叶香吃味变淡。如果温度过高,变黄过快,变黄期过短,获得的香气前体物较少,导致以后香气物质合成少。一般认为38℃~43℃变黄,有利于香气前体物质糖与氨基酸的形成,低温变黄、慢定色,烤后烟叶香气足,杂气和刺激性小。

官长荣,董志坚等<sup>[18-20]</sup>研究表明,在低温(36℃~38℃)变黄条件下,缓慢升温(0.33℃/h)定色,烟叶的化学成分含量适宜,各成分间比例协调,叶内主要致香物质数量多,含量高,且香气质量好。而在高温(38℃~42℃)变黄条件下,无论定色升温速度快慢,烤后烟叶的内在质量都有不同程度下降,且变黄温度比定色升温速度对烟叶香气质量的影响更大。吴中华等<sup>[21]</sup>研究表明,烟叶在变黄期干球温度为39℃~41℃,湿球温度为36℃~37℃,相对湿度控制在75%~80%,此时稳火,并在此条件下延长烘烤4h,烤后烟叶的内在质量和外观质量有明显提高。日本鹿儿岛和盛岗烟草试验场研究表明,变黄温度在40℃~43℃,烟叶酶活性比较旺盛,能促进淀粉和蛋白质等高分子物质的分解,并能积累较多的还原糖和

氨基酸等香气前体物,有利于定色期生成更多的烤烟特有的香气物质<sup>[22]</sup>。另有试验表明<sup>[8]</sup>,如果在变黄阶段温度过低或在40℃~45℃条件下停留时间过短,就会影响糖与氨基酸的生成,从而影响烟叶的香吃味。王爱华等<sup>[23]</sup>在研究变黄温度对烤烟烘烤过程中生理指标及烤后质量的影响中提到,烤后烟叶质量以38℃变黄处理的化学成分和评吸质量表现较好。艾复清,刘垦<sup>[24]</sup>在变黄温湿度与烟叶焦油量和香吃味关系的研究中得出,随着变黄温度的逐渐升高,烤后烟叶焦油含量表现先降后升的趋势,而香吃味评吸得分表现出先增后降的趋势。

变黄期温度控制固然很重要,但只有配合合适的湿度条件,才能够烤出香气质量好的烟叶。有关温度、湿度烘烤条件共同作用对烟叶香吃味的影响研究近几年也有一些报道,研究结果不尽相同。

王凌等<sup>[25]</sup>研究了烘烤温湿度对烟叶香气物质的影响,结果表明:变黄期低温、低湿有利于香气前体物质生成积累;低温、低湿与高温、高湿相比,烤后烟叶致香物质种类多,许多重要的香气成分也只有低温低湿下才能形成。温度、湿度对中性香气物质的影响比酸性、碱性更为明显。代丽等<sup>[26]</sup>研究了不同变黄温湿度对烟叶致香物质的影响,结果表明,在低温中湿变黄条件(干球温度38℃,相对湿度85%~80%)下,对烟叶香气有重要贡献的草酸、苹果酸、硬脂酸等酸性致香物质以及一些中性致香物质均有不同程度的提高。艾复清,刘垦<sup>[15]</sup>研究表明,控制变黄温度在37℃~39℃、相对湿度83.7%~90%时,有利于提高烟叶的香吃味得分。艾复清,师会勤<sup>[27]</sup>还研究了贵烟4号变黄阶段烘烤环境与烤后烟叶石油醚提取物含量及香吃味的关系,结果表明:在温度32℃~42℃、相对湿度75%~95%范围内,随着变黄温湿度的逐渐升高,烤后烟叶石油醚提取物含量及香吃味评吸得分均表现出先逐渐增加而后又下降的趋势;在控制变黄温度约37℃~38℃,相对湿度84%~90%,即干湿差约1.5℃~2℃,烤后烟叶石油醚提取物含量及香吃味评吸得分较高。李传玉等<sup>[28]</sup>研究了烘烤时不同工艺条件对烟叶外观质量、主要化学成分、香吃味的影响,结果表明,在低湿变黄条件下,缓慢升温定色,烤后烟叶颜色偏淡,光泽发亮,能提高上等烟比例和均价,改善化学成分的协调性,增加烟叶的香气物质的含量。在高湿快速升温定色时,烤后烟叶颜色加深,光泽发暗,烤红烟和挂灰烟的比例高。

### 2.1.2 定色期温湿度

定色期是在烟叶变黄达到一定程度之后,采用较

高温度和较低空气相对湿度,以较快的速度排除烟叶中的水分,从而减弱和终止酶的活动、固定既得品质并增进烟叶香气的工艺过程。由于鲜烟叶的水分大部分要在定色阶段汽化排除,这就需要在较长的时间内不断的升温排湿,逐步降低烤房内的相对湿度。定色阶段的一个重要问题是升温与排湿必须同步进行,其关键是湿球温度要稳定在一定的范围之内。国内外一般认为以38℃~40℃为宜。

定色期对烟叶香吃味的研究多集中在定色期升温速度方面<sup>[19,29]</sup>,关于定色期主要烘烤温湿度对烤后烟叶香吃味品质的影响的研究在国内鲜见专题报道。

有关研究表明,在烟叶烘烤定色前期选择合适温度稳温烘烤,在46℃~47℃适当延长烘烤时间,既能加快烟叶干燥,又能使叶绿素充分降解,烟叶主脉充分变黄,叶内淀粉充分转化。日本研究表明<sup>[30]</sup>,烤烟在干片定色末期,烘烤温度达50℃时,烟叶开始出现烤烟特有香气,这种香气的产生,主要是还原糖和氨基酸进行缩合反应的结果。目前,我国普遍认为50℃~55℃是烤烟特有致香物质大量生成的关键时期,因而强调充分延长这一温区的烘烤时间,但并未见这方面的专题研究报道。

刘领等<sup>[31]</sup>研究了定色前期稳温点对烟叶石油醚提取物和多酚含量的影响,结果表明:中部烟叶以48℃稳温,上部烟叶以46℃稳温,有利于提高烤后烟叶石油醚提取物和多酚类物质含量。另外,宫长荣等<sup>[18]</sup>研究的烘烤环境条件对烟叶内在品质的影响,文中涉及到低湿和高湿定色对烟叶化学成分和评吸品质的影响。通过以上研究可以看出,注意把握定色期关键温度点稳温时间,有利于烟叶香气物质的形成。

### 2.1.3 干筋期温湿度

干筋阶段是排除烟叶主脉水分的时期,主要是烟筋水分蒸发散失的干燥过程。干筋期的控温范围一般在55℃~68℃,相对湿度小于30%。由于许多香气物质沸点较低,具有热不稳定性,因此,该时期温度不宜过高,否则容易造成一些香气成分的挥发损失。

日本学者有不少关于干筋阶段温度高低对烟叶香吃味影响的研究,结果表明,在50℃干片时,产生香气,但有残余青生味;60℃时,香气变浓,青生味消失;67℃时,香气变淡,且随着时间的推移,香气愈加变淡,15h后比7h后,香气明显变淡。认为在干筋最高温度下,持续时间不超过10h,对烟叶香气影响不大。为了进一步说明主脉干燥的最高温度与烟叶香吃味的关系,日本岗山、鹿儿岛、宇都宫烟草试验场对几个品种

的烟叶采用日本习惯烘烤方法,在叶片干燥后,保持湿球温度 40℃,干球温度以平均 2℃/h 的速度升高,分别达到 60℃、65℃、70℃ 进行干筋,烤后烟叶从外观上看在残青、光泽、挂灰方面没有差异,但香吃味差异显著,以 60℃ 干筋处理最好,65℃ 次之,70℃ 最差<sup>[1]</sup>。日本学者对于筋期升温方法与香气的关系的研究表明,采用阶段式升温法烘烤烟叶的香吃味比惯行法有提高,其中又以 50℃ 干片后,每小时升温 3℃,并保持 5 h 依次升至 68℃ 的处理的香吃味最佳。干筋期的阶段式升温法可避免烟叶长时间处在最高温度(67℃ ~ 70℃)的条件下烘烤,而且,几乎在不延长烘烤时间下烘干主脉而不降低香吃味,是一种适于生产现场要求的有效烘烤方法<sup>[32]</sup>。美国约翰逊(Johnson)认为,干筋期温度超过 71℃,则引起糖分焦化,但不会过于影响香吃味。可以看出,各产烟国调制时干筋温度有一定差异,这可能与鲜烟叶素质有关<sup>[33]</sup>。

近期国内也有一些对于筋期温度与香吃味关系的研究,而干筋期湿度与香吃味关系的研究很少。艾复清等<sup>[34]</sup>研究了贵烟 4 号烘烤干筋恒定温度及持续时间对烤后烟叶香吃味评分及石油醚提取物含量的影响,结果表明在干筋阶段当温度稳定在 50℃ ~ 60℃ 持续时间 5 ~ 20 h 时,烟叶香吃味评分和石油醚提取物含量表现出先增后降的抛物线曲线,最佳香吃味得分出现在温度 54.3℃ ~ 57℃,持续时间为 12.5 ~ 15.5 h;最高石油醚提取物含量出现在温度 54.3℃ ~ 56.3℃、持续时间 5 ~ 12.5 h,二者具有较好的相关性。

## 2.2 脱水对烟叶香吃味影响

由于烟叶水分含量影响叶的代谢活动和物质转化,所以烟叶的脱水速度决定了叶的代谢活动和物质转化的进程。据日本岗山烟草试验场以烤烟 V115 品种在电热烤机中脱水,经过与烟叶品质的关系研究证明<sup>[35]</sup>,烟叶脱水速度快慢与香吃味关系很大。如果在变黄期烟叶脱水过多,烤后香吃味平淡,并有强烈的苦涩味和青杂气;如果变黄期脱水迟缓,而到定色期急剧脱水,则烤后烟叶辛辣味和刺激性增强;如果到定色前期一直脱水迟缓,烤后烟叶的辛辣味和刺激性虽小,但香气显著发闷,香味不突出。因此,不论变黄期或定色期,烟叶脱水过快、过慢的程度越大,香吃味的降低越严重。

就我国优质烟烘烤实践来看,在 38℃ ~ 42℃ 以前,烟叶脱水速度为 0.3%/h ~ 0.5%/h,整个变黄期的失水量占鲜叶含水量的 30% ~ 40% 较为适宜。在烟叶快速干燥阶段,脱水速度为 0.9%/h ~ 1.2%/h,脱水量为 40% ~ 55%,就可将亮黄颜色固定下来,烟叶既

不带青,也不变褐,香味调制能达到较高水平<sup>[30]</sup>。

通风与烟叶干燥关系密切。从通风的角度看,风速高时烤后烟叶趋向于柠檬黄,香味淡,辛辣味重,烟气粗糙,刺激性大;风速低时烤后烟叶颜色较暗,但香气和吃味浓郁。烤机挂一层烟叶时,叶间隙风速以 0.1 m·s<sup>-1</sup> 烟叶的香味较好;挂两层烟叶,风速以 0.2 m·s<sup>-1</sup> 较好。无论哪个时期,若风速大于 0.3 m·s<sup>-1</sup>,烟叶的香吃味都明显下降,风速越高,下降越严重,并且以定色末期和干筋阶段的影响最大<sup>[36]</sup>。

## 2.3 气体组分对烟叶香吃味影响

韩锦峰等<sup>[37]</sup>在研究二氧化碳对烤烟烘烤的促进作用中提到,CO<sub>2</sub> 处理烤后烟叶总氮、蛋白质含量降低,而总糖含量升高。从两个比值看,施木克值有增加,而且都在优质烟叶所要求的范围之内,总氮和尼古丁的比值是减少的,所有这些变化对于烟叶的香吃味、协调性等都有着改善和增进的良好作用。另外,改变烘烤环境的气体成分对烟叶烘烤的效应研究中<sup>[38]</sup>,还发现当给烘烤设备中补充较多 CO<sub>2</sub> 时,多酚氧化酶活性普遍被抑制。抑制棕色化反应,这就在很大程度上清除了烟叶变褐烤坏的内在因素。同时,从另外一个角度看,多酚氧化酶活性的降低,底物消耗减少,这势必使烤后烟叶中多酚类物质(其中不少是致香物质)含量增加,这样不仅保证和提高烟叶的外观质量,可能对于增加烟叶的香吃味也是有益的。

程传策等<sup>[39]</sup>烤前对田间采收的鲜烟用臭氧处理,结果可使烤后烟叶的化学成分产生较大变化,其中绿原酸、尼古丁、茄呢醇、新植二烯、C18 酸等降低 50% 左右,明显地减少了烟气中令人不愉快的化学组分前体物。对烤烟质量产生重要影响的糖分,如果糖、蔗糖、α-葡萄糖、β-葡萄糖等含量也会随之大幅度下降,但这些组分在卷烟加料时很容易恢复。据报道,臭氧处理新鲜烟叶后用常规方法烘烤,其烤后叶的稠环芳烃(PAHs)含量较对对照明显降低,提高了烟叶的吸食质量<sup>[16,40]</sup>。

以上研究主要侧重于气体组分对烤后烟叶化学成分方面的影响,对香吃味的影响涉及的较少,因此,气体组分对烟叶香吃味影响的研究还需进一步加强。

## 2.4 烘烤设备对烟叶香吃味影响

密集烤房实行强制通风和热风循环,使烤房内温湿度更均匀,有利于烟叶均匀变黄和干燥;将人工控制烤房温湿度改为自动控制,实现了烟叶烘烤温湿度的精准调控,体现出省工、热能利用率和烟叶品质提高等优越性。与普通烤房相比,不会出现猛升温和猛降温现象,避免或减少了烤青烟、挂灰烟和烤糟烟,

而且桔黄色烟比例增加,烟叶均匀度好,香气质量也得到提高<sup>[41-43]</sup>。

韦凤杰等<sup>[44]</sup>对不同类型烤房烘烤条件下的豫西烤烟中性香气成分进行了对比分析。结果表明,与目前大量使用的气流上升式烤房相比,气流下降式烤房和小密集式烤房烘烤对豫西烤烟不同部位烟叶中性香气成分影响均较大。小密集式烤房明显促进豫西烤烟下部叶片中性香气物质的积累,促进棕色化产物、类西柏烷类、苯丙氨酸类、类胡萝卜素降解产物类香气物质的形成;促进中部叶片西柏烷类香气物质和新植二烯的形成;促进上部叶片苯丙氨酸类、西柏烷类香气物质和新植二烯的产生。随烟叶部位上升,小密集式烤房对叶片中性香气物质的积累效应逐渐下降。

### 3 问题与展望

烘烤过程是使烟叶质量潜势得到最大程度发挥的过程,烘烤因素对烟叶香气起着不可低估的作用。综上所述,目前在烟叶烘烤方面进行了许多研究,尤其在不同变黄处理对烤后烟叶香味品质影响的研究比较深入<sup>[18-20,25-27]</sup>。但是,对烘烤烤香机理及烘烤中后期温湿度控制对烤后烟叶香味品质的影响研究很少,而其它烘烤环境因子对烤烟香吃味的影响也没有得到足够的重视。因此,进一步提高我国烤后烟叶香吃味水平,烘烤方面要加强以下几个方面的研究。

#### 3.1 烘烤烤香机理研究

烘烤烤香机理研究为基础研究,为提高烤烟的香吃味提供理论依据。国内外学者在烘烤环境条件对烟叶香吃味影响方面进行了大量研究,但对有关烟叶香气的形成机理,影响烟叶烤香的关键酶及其它因子,以及这些酶是如何受控于环境条件,并进而对烟叶香气物质的形成产生调控这一核心问题缺乏深入研究。

#### 3.2 烘烤关键参数对烟叶香吃味影响的研究

烘烤过程中关键时期温湿度变化、气体成分的变化和风速等对烟叶的香吃味有较大的影响。近几十年来,围绕烟叶香气调制,国内对变黄期温湿度控制研究较多<sup>[18-20,25-27]</sup>,对定色期和干筋期温湿度研究较少,尤其是定色期关键控制点(例如 46℃~48℃、54℃左右)对烤后烟叶香吃味品质的影响的研究在国内未见专题报道。需要针对不同区域、不同品种烟叶的素质特点进行系统的研究,形成烟叶烤香的工艺模型。这一点对提高我国特色烟叶香吃味品质有重大的意义。

气体组分是烟叶烘烤过程中各种因素的关键。它的动态变化与烟叶的生理生化变化直接相关,影响甚至决定着烤后烟叶的质量<sup>[45]</sup>。有关烘烤过程中不同

气体组分对烘烤烟叶香吃味的影响研究很少。人们只是关注于温湿度变化对烘烤过程中烟叶香气物质成分的影响,而很少涉及不同气体在烘烤过程中对烤烟的生理生化的作用。为了进一步提高烟叶香气品质、降低烘烤成本、动态控制烟叶生理生化反应过程,应该系统地研究不同气体对烟叶烘烤过程中生理生化反应的影响,探索反应机理,找到最佳的烘烤气体介质,进一步提高烟叶香吃味品质。

风速影响烟叶的香吃味,特别是在烘烤过程中增设机械设备辅助通风的密集烤房目前在我国推广迅速,根据烟叶烤香的机理,详细探讨烘烤过程中关键时期的叶间隙通风速度,有利于提高烟叶香吃味。

针对我国不同产区、不同素质烟叶特点,完善烘烤过程关键参数的技术研究,对开发中国特色烟叶具有重要意义。

#### 3.3 密集烤房烤香配套技术研究

密集烤房最大特点是装烟密度大、强制通风、热风循环及温湿度自控。随着我国烟叶生产组织形式向适度规模化方向发展,密集烤房推广应用的社会条件逐渐成熟,各项配套技术条件日趋完善,并且生产实践上也迫切需要先进的密集烘烤加工设备。近年来通过不断研制和应用,该类型烤房减少了烘烤技术复杂性和烘烤环节用工,降低了烟叶烘烤风险和能源消耗,提高了烟叶烘烤质量和效益,全国烤房设备整体水平明显提高,密集烤房在全国有了较快发展。但在我国,关于密集烤房在提高烤后烟叶香吃味品质方面的实际效果究竟如何,与密集烤房烤香配套技术研究较少,这对大面积推广发挥密集烤房技术优势是不利的,因此,有必要加强密集烤房烤香配套技术研究,对提高我国烟叶的香吃味,促进现代烟草农业的发展,彰显中国烟叶特色有着重大的意义。

#### 参考文献

- [1] 官长荣. 烟草调制学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003.
- [2] 毛多斌, 马宇平, 梅业安. 卷烟配方和香精香料[M]. 北京: 化学工业出版社, 2001.
- [3] 金闻博, 戴亚, 张悠金. 烟草香味化学[M]. 合肥: 合肥经济技术学院, 1992.
- [4] 周冀衡, 朱小平, 王彦亭, 等. 烟草生理与生物化学[M]. 合肥: 中国科学技术大学出版社, 1996.
- [5] FUJIMORI T, KASUGA R, MATSUASHITA H, et al. Neutral aroma constituents in burley tobacco[J]. *Agr Biol Chem*, 1976, 40(2): 303-315.
- [6] SCHULTZ T H, FLATH R A, EGGLEINGS B, et al. Isolation of volatile components from a model system [J]. *Agric Food Chem*, 1977, 25: 446-449.

- [7] CHA YJ, KIM H, CADWALLADER KR. Aroma - active compounds in kimchi during fermentation [J]. *Agric Food Chem*, 1998, 46: 1944-1953.
- [8] 官长荣. 烟叶烘烤原理[M]. 北京: 科学技术出版社, 1994.
- [9] 中国农科院烟草研究所. 中国烟草栽培学[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1987.
- [10] 左天觉. 烟草的生产、生理和生物化学[M]. 朱尊权, 等译. 上海: 上海远东出版社, 1993.
- [11] 周冀衡. 烟草生理与生物化学[M]. 合肥: 中国科学技术大学出版社, 1996.
- [12] 孙福山, 谭经勋. 烤烟烘烤研究进展简况[J]. *中国烟草*, 1992, 1(4): 33-36.
- [13] 贾琪光, 官长荣. 烤烟调制学[M]. 郑州: 河南科学技术出版社, 1990.
- [14] Long R C, Webrew J A. Major chemical changes during senescence and curing[J]. *Adv Tob Sci*, 1981, 7: 48.
- [15] Wahlberg I, Karlsson K, et al. Effects of flue-curing and aging on the volatile basic constituents of virginia tobacco[J]. *Phytochem*, 1977, 27(1): 219.
- [16] Roberts D L. Natural tobacco flavor[C]//TSRC. *Rec Adv Tob Sci*, 1988, 14: 49.
- [17] 刘长华. 烤烟调制过程中类脂物的变量分析[J]. *中国烟草*, 1983(3): 39-41.
- [18] 官长荣, 孙福山, 刘奕平, 等. 烘烤环境条件对烟叶内在品质的影响[J]. *中国烟草科学*, 1999, 20(2): 8-9.
- [19] 官长荣, 汪耀富, 赵铭钦, 等. 烟叶烘烤中变黄和定色条件对香气特征的影响[J]. *华北农学报*, 1996, (3): 106-111.
- [20] 董志坚, 陈江华, 官长荣. 烟叶烘烤过程中不同变黄和定色温度下主要化学组成变化的研究[J]. *中国烟草科学*, 2000, 21(3): 21-24.
- [21] 吴中华, 窦国孝, 赵瑜, 等. 不同调制方法对烤烟淀粉含量及香吃味的研究[J]. *云南烟草*, 2004, (2): 17-24.
- [22] 刘领, 王能如, 黄义德, 等. 烘烤技术对烤后烟叶香味品质影响的研究[J]. *安徽农业科学*, 2006, 34(11): 2428-2430.
- [23] 王爱华, 徐秀红, 王松峰, 等. 变黄温度对烤烟烘烤过程中生理指标及烤后质量的影响[J]. *中国烟草学报*, 2008, 14(1): 27-31.
- [24] 艾复清, 刘昱. 变黄温湿度与烟叶焦油量和香吃味关系的研究[J]. *中国烟草科学*, 2008, 29(4): 46-50, 53.
- [25] 王凌, 苗果园, 刘华山, 等. 烘烤温湿度对烟叶香气物质的影响[J]. *河南农业科学*, 2007, 26(8): 36-39.
- [26] 代丽, 黄永成, 官长荣, 等. 密集式烘烤条件下不同变黄温湿度对烤后烟叶致香物质的影响[J]. *华北农学报*, 2008, 23(6): 148-152.
- [27] 艾复清, 师会勤. 烘烤变黄环境对烤后烟叶石油醚提取物及香吃味的影响[J]. *有机农业与食品科学*, 2004, 20(6): 52-56.
- [28] 李传玉, 杨辉, 王玉平, 等. 不同烘烤工艺对烟叶主要质量性状的影响[J]. *贵州农业科学*, 2008, 36(5): 155-157.
- [29] 官长荣, 汪耀富, 赵铭钦, 等. 烘烤过程中烟叶香气成分变化的研究[J]. *烟草科技*, 1995(5): 31-33.
- [30] 王能如, 徐增汉, 李章海, 等. 烟叶调制与分级[M]. 合肥: 中国科学技术大学出版社, 2002.
- [31] 刘领, 王能如, 徐增汉, 等. 定色前期稳温点对烟叶石油醚提取物和多酚含量的影响[J]. *安徽农业科学*, 2007, 35(19): 5788-5789.
- [32] 白震. 烤烟烘烤中干筋期的温度与香吃味[J]. *烟草科技*, 1984(1): 56-60.
- [33] 孙福山. 烤烟调制过程中香气成分的研究及其应用技术探讨[J]. *中国烟草科学*, 1997, 1(2): 39-41.
- [34] 艾复清, 李改珍, 覃春银, 等. 烘烤干筋阶段恒定温度及持续时间对烤烟香吃味的影响[J]. *中国农学通报*, 2005, 21(1): 66-69.
- [35] 史宏志, 刘国顺. 烟草香味学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1998.
- [36] 刘碧荣, 徐彦军, 杨志华. 提高我国烤烟香吃味的主要技术研究概述[J]. *山地农业生物学报*, 2005, 25(2): 171-176.
- [37] 韩锦峰. 二氧化碳对烤烟烘烤的促进作用[J]. *河南科技*, 1986(2): 5-7.
- [38] 韩锦峰, 官长荣, 贾琪光. 改变烘烤环境的气体成分对烟叶烘烤的效应[J]. *河南农业大学学报*, 1986(4): 389-397.
- [39] 程传策, 李广才, 程占省. 臭氧处理对烤烟主要化学成分的影响[J]. *河南农业大学学报*, 1999, 33(增): 30-31.
- [40] CHANG S Y, GRUNWALD C. Duvatrienediol, alkanes and fatty acids in cuticular wax of tobacco leaves of various physiological[J]. *Phytochemistry*, 1976, 15: 961-963.
- [41] 李虎林, 朴世领. 韩国燃煤烤烟机烘烤效能的分析[J]. *延边大学农学学报*, 2003, 25(2): 105-109.
- [42] 孙敬权, 任四海, 吴永德. 烤烟燃煤密集烤房的改进探讨[J]. *烟草科技*, 2004(9): 43-44.
- [43] 唐经祥, 任四海. 烤烟密集烤房改进研究与应用初报[C]//中国烟叶学术论文集. 北京: 科学技术文献出版社, 2004: 563-566.
- [44] 韦凤杰, 石秋环, 王海涛, 等. 不同类型烤房烘烤对豫西烤烟中性香气成分的影响[J]. *河南农业大学学报*, 2007, 41(6): 595-599.
- [45] 李富强, 宋朝鹏, 官长荣, 等. 烤烟烘烤环境条件对烟叶品质影响研究进展[J]. *中国烟草学报*, 2007, 13(4): 70-74.