

引文格式: 陈颐, 韩香, 杨彦明, 等. 变黄期烘烤参数优化对加热卷烟烟叶美拉德反应物的影响[J]. 云南农业大学学报(自然科学), 2023, 38(6): 980–986. DOI: [10.12101/j.issn.1004-390X\(n\).202209030](https://doi.org/10.12101/j.issn.1004-390X(n).202209030)

变黄期烘烤参数优化对加热卷烟 烟叶美拉德反应物的影响*

陈 颐¹, 韩 香¹, 杨彦明², 钱 雷³, 唐石云⁴, 孙晓晨⁵, 姜永雷¹, 苏家恩^{2**}

(1. 云南省烟草农业科学研究院, 云南 昆明 650031; 2. 云南省烟草公司 大理州公司, 云南 大理 671000;
3. 云南省烟草公司 玉溪市公司, 云南 玉溪 653100; 4. 云南中烟工业有限责任公司 技术中心, 云南 昆明 650231;
5. 天津大学 管理与经济学部, 天津 300072)

摘要:【目的】优化适宜加热卷烟烟叶原料的调制烘烤方法。【方法】以烤烟品种 K326 为材料, 选取延长稳温时间变黄烘烤工艺和缓慢升温变黄烘烤工艺处理, 按加热卷烟感官评价方法进行综合评价, 并检测优化烘烤工艺后烟叶的糖类化合物、氮类化合物以及香气前体物。【结果】(1) 变黄期延长稳温时间和缓慢升温处理均可适当提高美拉德反应物含量, 具体表现为含羰基化合物(还原糖、果糖、葡萄糖和芸香苷)和含氮化合物(游离氨基酸和脯氨酸)含量增加;(2) 变黄期缓慢升温处理后的加热卷烟烟叶香气香味得分和总分优于变黄期延长稳温时间处理, 缓慢升温处理提升加热卷烟烟叶的质量效果最佳;(3) 美拉德反应物还原糖、游离氨基酸和芸香苷正向作用于加热卷烟烟叶感官评吸质量。【结论】变黄期延长稳温时间和缓慢升温可提高美拉德反应物含量, 有利于提升加热卷烟烟叶质量。

关键词: 加热卷烟; 烘烤; 美拉德反应物; 感官质量

中图分类号: S572.01

文献标志码: A

文章编号: 1004-390X(2023)06-0980-07

Effects of Optimize Curing Parameters to the Heated Tobacco Products Maillard Reactants during Yellowing Stage

CHEN Yi¹, HAN Xiang¹, YANG Yanming², QIAN Lei³, TANG Shiyun⁴,
SUN Xiaochen⁵, JIANG Yonglei¹, SU Jiaen²

(1. Yunnan Academy of Tobacco Agricultural Sciences, Kunming 650031, China; 2. Dali Prefecture Branch of Yunnan Provincial Tobacco Company, Dali 671000, China; 3. Yuxi Branch of Yunnan Provincial Tobacco Company, Yuxi 653100, China; 4. R & D Center of China Tobacco Yunnan Industrial Co., Ltd., Kunming 650231, China;
5. Faculty of Management and Economics, Tianjin University, Tianjin 300072, China)

Abstract: [Purpose] To optimize the curing method suitable for heating tobacco raw materials. [Methods] Flue-cured tobacco variety K326 was used as material, lengthening the stable temperature time and increasing the temperature slowly treatment during yellowing stage were used as curing process, the heated tobacco products sensory evaluation method was comprehensively evaluated, and

收稿日期: 2022-09-18

修回日期: 2023-10-30

网络首发日期: 2023-11-29

*基金项目: 中国烟草总公司重大专项项目 [110202001015(XX-11)]; 云南省烟草专卖局科技项目 (20205300-00241004, 2020530000241024)。

作者简介: 陈颐 (1987—), 湖南冷水江人, 博士, 副研究员, 主要从事新型烟草原料研究。

E-mail: 229781579@qq.com

**通信作者 Corresponding author: 苏家恩 (1976—), 云南大理人, 硕士, 高级农艺师, 主要从事烟草调制技术研究。E-mail: 835578270@qq.com

网络首发地址: <https://link.cnki.net/urlid/53.1044.s.20231127.0800.003>



the tobacco materials carbohydrate, nitrogen compounds and aroma precursors were detected after the optimized curing process. [Result] 1) Both lengthening the stable temperature time and increasing the temperature slowly treatment during yellowing stage could appropriately increase the Maillard reactant, specifically the contents of carbonyl-containing compounds (reducing sugar, fructose, glucose and rutin) and amino-containing compounds (free amino acids and proline) increased. 2) The aroma score and total score of tobacco materials for heated tobacco products under the treatment of increasing the temperature slowly during yellowing stage were better than that under the treatment of lengthening the stable temperature time, and the effects of improving the quality of heated tobacco leaves was the best. 3) The Maillard reactant reducing sugar, free amino acid and rutin had a positive effect on the sensory evaluation quality of tobacco materials for heated tobacco products. [Conclusion] During yellowing stage, the content of Maillard reactants can be increased by lengthening the stable temperature time and increasing the temperature slowly, which is beneficial to improve the quality of tobacco materials for heated tobacco products.

Keywords: heated tobacco product; flue-curing; Maillard reactant; sensory quality

新型烟草制品是相对传统烟草制品而言, 指含有烟草或能产生烟雾和味道、能带给人抽吸快感、满足生理需求但又不属于诸如卷烟等其他类别的烟草制品^[1], 一般认为主要包括电子烟、加热卷烟和无烟气烟草制品。目前主流加热卷烟产品所使用的烟草薄片在很大程度上取决于烟草物料本身, 与传统卷烟产品相比, 加热卷烟因其低温加热(低于 350 ℃)的特点, 对在低温体系下烟草物料致香物质的释放量要求更高^[2-3]。因此, 从烟叶原料类型、品种、生产和调制等方面进行定向改良, 提升加热卷烟原料烟叶低温条件下的香气物质释放是目前研究的热点^[4-5]。赵璐等^[6]按加热卷烟感官评价方法对 5 个烤烟品种(系)的烤后烟叶进行感官质量评价, 明确美拉德反应物酮类、醛类、还原糖以及烟碱等与感官评吸指标之间的关系, 发现云烟 99 感官评吸表现相对较好, 可以作为筛选加热卷烟烟叶的优质原料。REN 等^[7]研究了不同施氮量和留叶数互作对加热卷烟烟叶产质量的影响, 结果显示: 亩施氮量 8 kg 和留叶数 22 片互作可显著提高美拉德反应物糖类和氨基酸等的含量, 并提升加热卷烟烟叶原料的质量。CHEN 等^[8]对比了加热卷烟原料的多种调制方法(晾制、晒制、烘烤和冷冻干燥), 明确了烘烤可以调控不同类型烟叶美拉德反应物糖类和氨类化合物的分配。

目前, 通过优化烟叶烘烤环节相关参数来提升加热卷烟原料烟叶香气物质的研究较少。在烟

叶烘烤过程中, 变黄期是增进和改善烟叶风格特点的重要阶段, 该时期是烟叶大分子物质降解、小分子物质形成的重要时期^[9-10], 其中主要化学变化是蛋白质水解形成氨基酸和淀粉水解形成糖, 而氨基酸和糖的非酶棕色化反应即美拉德反应被认为是香气成分形成的重要过程之一^[11-13]。本研究以 K326 烟叶为试验对象, 比较烟叶在变黄期不同温度和时间参数下的内在关键成分差异, 旨在提升加热卷烟烟叶美拉德反应物含量, 为提高加热卷烟烟叶在低温体系下的感官评吸质量提供试验依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料与设备

试验于 2021 年在云南省大理州弥渡县(N25°23'15", E100°24'5", 海拔 1 768 m)进行, 供试材料为烤烟品种 K326(由玉溪中烟种子有限责任公司提供), 选取适熟的中部叶为研究对象。配置 3 台电热自动控温、控湿中型可视化密集烤箱(云南省大理州烟草公司定制机, 容量 2 000~2 400 片)进行烘烤试验, 编烟装烤时每个智能控制烤烟箱装烟 20~24 竿, 共 2 层, 确保处理间装烟密度一致。烘烤过程中严格按处理方案及时准确升温排湿, 风速调控由温控仪自动控制。

1.2 试验设计

选取田间长势一致、正常成熟落黄的中部叶(自下而上第 9~11 片), 置于小型密集烤箱设施环

境中进行装烟烘烤，烤箱为气流下降式。以变黄中期 38.0 ℃ 和变黄后期 42.0 ℃ 关键温度点进行稳温时间和升温速率优化，共设置 3 个处理，分别为延长稳温时间变黄工艺 (T₁)、缓慢升温变黄工艺 (T₂) 和升温稳温 (对照, CK) 烘烤工艺。

T₁: 延长稳温时间变黄工艺。以 1.0 ℃/2 h 的升温速率将干球温度升至 38.0 ℃，湿球温度调至 36.0 ℃，稳定干、湿球温度，稳温 28 h，高温层烟叶基本全黄、凋萎；变黄后期，以 1.0 ℃/2 h 的升温速率将干球温度升至 42.0 ℃，湿球温度调至 36.0 ℃，稳定干、湿球温度，稳温 28 h，低温层烟叶基本全黄、发软。定色期和干筋期按“七

步进阶式”(表 1) 正常烘烤，烘烤总时间为 194 h。

T₂: 缓慢升温变黄工艺。进入变黄中期，以 1.0 ℃/3 h 的升温速率将干球温度升至 38.0 ℃，湿球温度调至 36.0 ℃，稳定干、湿球温度，稳温 20 h，高温层烟叶基本全黄、凋萎；变黄后期，以 1.0 ℃/3 h 的升温速率将干球温度升至 42.0 ℃，湿球温度调至 36.0 ℃，稳定干、湿球温度，稳温 20 h，低温层烟叶基本全黄、发软。定色期和干筋期按“七步进阶式”(表 1) 正常烘烤，烘烤总时间为 186 h。

CK: 升温稳温工艺。按“七步进阶式”(表 1) 烘烤，烘烤总时间为 178 h。

表 1 小型密集烤箱“七步进阶式”烘烤工艺简表
Tab. 1 Simple table of curing process “seven-step advanced type” in miniature flue-curing barn

阶段 stage	干球温度/℃ dry bulb temperature	湿球温度/℃ wet bulb temperature	时间/h time	升温速率/ (℃·h ⁻¹) heating rate	烟叶变化目标 variable target of tobacco leaves
1	34.0	33.0	4	2.0	高温层烟叶明显萌动、变黄 tobacco leaves of high-temperature layer clearly sprout and turn yellow
	34.0	33.0	16		
2	38.0	36.0	8	0.5	高温层烟叶基本全黄、凋萎 tobacco leaves of high-temperature layer are basically all yellow and withering
	38.0	36.0	20		
3	42.0	36.0	8	0.5	低温层烟叶基本全黄、发软 tobacco leaves of low-temperature layer are basically all yellow and soft
	42.0	36.0	20		
4	48.0	37.0	12	0.5	低温层烟叶主脉变白，叶肉干燥1/3以上 the main veins of tobacco leaves in low-temperature layer turn white, and the mesophylls are dry by more than 1/3
	48.0	37.0	18		
5	54.0	38.0	12	1.0	低温层烟叶叶肉全干 tobacco leaves mesophylls of low-temperature layer fully dried
	54.0	38.0	18		
6	62.0	39.0	8	1.0	高温层烟叶主脉干燥1/2 the main veins of tobacco leaves in high-temperature layer drying 1/2
	62.0	39.0	14		
7	68.0	39.5	6	1.0	低温层烟叶主脉全干 the main veins of tobacco leaves in low-temperature layer are completely dry
	68.0	39.5	14		

1.3 测定方法

在烟叶烘烤结束后取样，将样品置于-10 ℃ 冰箱保存待检。样品中的淀粉、总糖、还原糖、总氮和烟碱含量采用连续流动法测定^[14-17]；葡萄糖、果糖和麦芽糖含量采用高效液相色谱—蒸发光散射检测器测定^[18]；蛋白质含量采用考马斯亮蓝法测定^[19]；游离氨基酸含量采用茚三酮法测定^[19]；脯氨酸含量采用磺基水杨酸法测定^[19]；质体色素类 (β-胡萝卜素和叶黄素) 含量采用乙醇—分光光度计法测定^[20]；多酚类 (绿原酸和芸香苷) 含量采用高效液相色谱法测定^[21]。

加热卷烟烟叶原料感官评价由云南中烟工业有限责任公司 (以下简称“云南中烟”) 技术中心进行。按照云南中烟现有某规格加热卷烟烟弹产品

技术要求，将烟叶样品通过涂布式稠浆法制成再造烟叶，切割成丝，呈束状卷制于卷烟纸中制成烟弹。该样品仅使用叶膏和梗膏制备，未添加料香模块和烟粉模块。烟弹加热设备为云南中烟生产的中心加热卷烟烟具，评吸烟具统一分发，并在 250~350 ℃ 范围内加热烟弹。加热卷烟烟叶感官评价由具有卷烟感官质量评吸资质的 5~7 位评吸专家完成。按照云南中烟企业标准《新型卷烟感官评价方法》(Q/YNZY.J 04.022—2015)，对烟雾量 (10 分)、香气香味 (30 分)、劲头 (10 分)、协调性 (10 分)、刺激性 (15 分) 和口感 (25 分) 等 6 个指标进行评价打分，最小分度值为 0.5 分，烟雾量、香气香味、劲头、协调性和口感越高/大/好，打分越高；刺激性越少/小，打分越高。每个

指标达到相应要求时, 按照评分标准对试样各项计分, 加热卷烟感官质量计分采用百分制。

1.4 数据统计与分析

采用 Excel 2020 和 SPSS 22.0 分析软件对数据进行方差分析、计算、统计和制表。利用 Python 软件, 通过 Scikit learn 机器学习程序包构建加热卷烟烟叶糖类物质、氮类物质、香气前体物以及加热卷烟烟叶原料感官评价指标的偏最小二乘路径模型, 系统分析多组变量数据之间的关系。

2 结果与分析

2.1 变黄期优化烘烤参数对加热卷烟烟叶糖类物质的影响

由表 2 可知: 变黄期延长稳温时间工艺 (T₁)、缓慢升温工艺 (T₂) 均与升温稳温工艺 (CK) 的烟叶淀粉、总糖、还原糖、葡萄糖和果糖含量存在极显著差异 ($P<0.01$), 其中淀粉含量表现为 CK>

T₁>T₂, 而其他糖类含量为 T₂>T₁>CK, 表明在变黄期延长稳温时间和缓慢升温均有利于淀粉降解和还原糖转化, 其中缓慢升温处理效果更佳。

2.2 变黄期优化烘烤参数对加热卷烟烟叶氮类物质的影响

由表 3 可知: 变黄期延长稳温时间工艺 (T₁)、缓慢升温工艺 (T₂) 均与升温稳温工艺 (CK) 的烟叶蛋白质、游离氨基酸和脯氨酸含量存在显著或极显著差异 ($P<0.05$ 或 $P<0.01$), 其中蛋白质含量表现为 CK>T₁>T₂, 而游离氨基酸和脯氨酸含量为 T₂>T₁>CK, 表明烘烤过程中烟叶蛋白质与氨基酸之间存在消长关系, 并且缓慢升温处理更有利于烟叶大分子物质的降解和转化。

2.3 变黄期优化烘烤参数对加热卷烟烟叶香气前体物的影响

由表 4 可知: 变黄期延长稳温时间工艺 (T₁)、缓慢升温工艺 (T₂) 均与升温稳温工艺 (CK) 的烟

表 2 变黄期优化烘烤参数后加热卷烟烟叶糖类物质的差异分析

Tab. 2 Differential analysis of carbohydrate in tobacco materials for heated tobacco products after optimizing curing parameters during yellowing stage

处理 treatments	淀粉 starch	总糖 total sugar	还原糖 reducing sugar	葡萄糖 glucose	果糖 fructose	麦芽糖 maltose
T ₁	3.57±0.09 Bb	28.2±3.94 Bb	22.2±3.37 Bb	12.94±0.62 Aa	7.05±0.78 Aa	1.16±0.09 Aa
T ₂	3.79±0.04 Cc	31.2±4.08 Aa	24.6±3.86 Aa	14.05±1.53 Aa	7.23±0.99 Aa	1.21±0.12 Aa
CK	5.74±0.15 Aa	23.0±3.54 Cc	17.7±2.78 Cc	10.47±0.66 Bb	5.43±0.50 Bb	1.07±0.10 Aa

注: T₁. 延长稳温时间处理, T₂. 缓慢升温处理, CK. 升温稳温处理; 同列不同小写字母表示差异显著 ($P<0.05$), 不同大写字母表示差异极显著 ($P<0.01$); 下同。
Note: T₁. lengthening the stable temperature time treatment, T₂. increasing the temperature slowly treatment, CK. increasing and stablizing treatment; in the same column, different lowercase letters indicate significant differences ($P<0.05$), different uppercase letters indicate extremely significant differences ($P<0.01$); the same as below.

表 3 变黄期优化烘烤参数后加热卷烟烟叶氮类物质的差异分析

Tab. 3 Differential analysis of nitrogen compound in tobacco materials for heated tobacco products after optimizing curing parameters during yellowing stage

处理 treatments	总氮 total nitrogen	烟碱 nicotine	蛋白质 protein	游离氨基酸 free amino acid	脯氨酸 proline
T ₁	2.05±0.65 Aa	2.23±0.71 Aa	5.75±0.64 Bb	1.12±0.08 Bb	0.79±0.23 Aa
T ₂	2.21±0.69 Aa	2.22±0.67 Aa	5.52±0.55 Bb	1.27±0.07 Aa	0.88±0.27 Aa
CK	2.14±0.62 Aa	2.27±0.75 Aa	7.63±0.87 Aa	1.02±0.05 Bc	0.55±0.19 Bb

表 4 变黄期优化烘烤参数后加热卷烟烟叶香气前体物的差异分析

Tab. 4 Differential analysis of aroma precursors in tobacco materials for heated tobacco products after optimizing curing parameters during yellowing stage

处理 treatments	β-胡萝卜素/(μg·g ⁻¹) β-carotene	叶黄素/(μg·g ⁻¹) lutein	绿原酸/(mg·g ⁻¹) chlorogenic acid	芸香苷/(mg·g ⁻¹) rutin
T ₁	65.35±9.34 Aa	134.14±21.34 Ab	1.62±0.23 Aa	0.85±0.18 Aa
T ₂	57.87±8.87 Aa	137.88±22.06 Ab	1.45±0.20 Aa	0.82±0.14 Aa
CK	70.11±11.22 Aa	147.85±16.18 Aa	1.53±0.27 Aa	0.69±0.13 Ab

叶黄素和芸香苷含量存在显著差异 ($P<0.05$), 其他指标差异不显著, 具体表现为 T_1 和 T_2 处理烤后烟叶的叶黄素含量显著低于 CK, 而芸香苷含量显著高于 CK, 表明烘烤过程中变黄期优化工艺参数有利于烟叶叶黄素降解, 可加速芸香苷的转化和积累。

2.4 变黄期优化烘烤参数对加热卷烟烟叶感官评吸的影响

由表 5 可知: 变黄期优化烘烤参数处理下加热卷烟烟叶感官质量评吸总分存在显著差异 ($P<0.05$), 表现为 $T_2>T_1>CK$; 香气香味得分也存在极显著差异 ($P<0.01$), 表现为 $T_2>T_1>CK$ 。表明变黄期缓慢升温烘烤工艺的加热卷烟烟叶香气

香味得分和感官评吸总分相对较高。

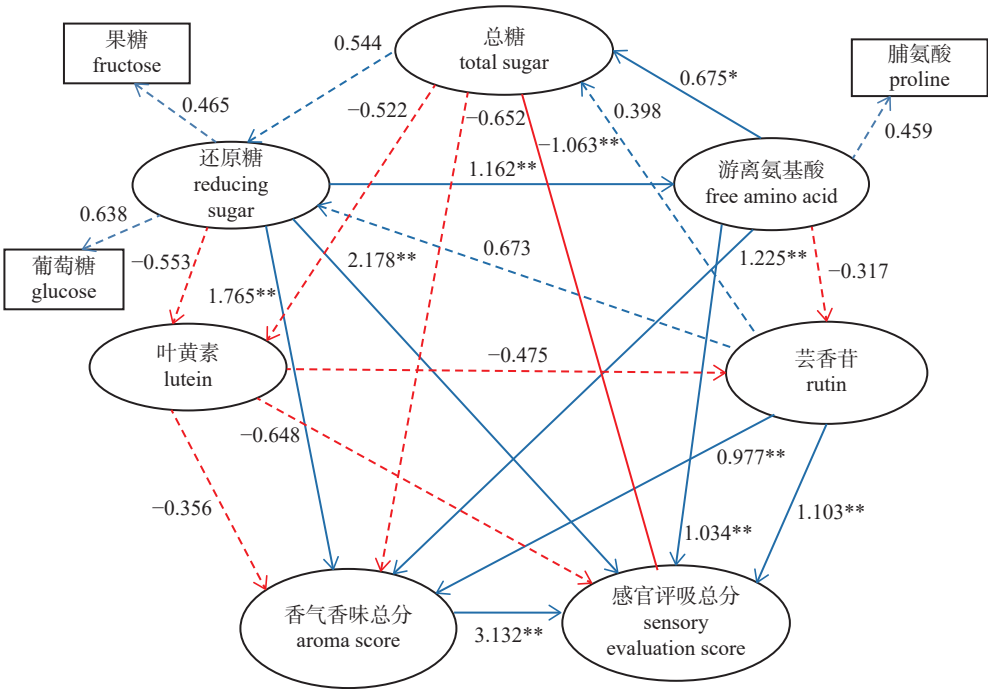
2.5 加热卷烟烟叶美拉德反应物与感官评吸质量指标的偏最小二乘路径模型

偏最小二乘路径模型的拟合优度为 0.725, 说明潜变量之间的性质和密切程度可靠性好、精度高, 同时也说明模型整体拟合效果较好, 具有一定的参考价值。由图 1 可知: 加热卷烟烟叶美拉德反应物还原糖正向作用香气香味总分 (途径系数 1.765, $P<0.01$) 和感官评吸总分 (途径系数 2.178, $P<0.01$), 游离氨基酸正向作用香气香味总分 (途径系数 1.225, $P<0.01$) 和感官评吸总分 (途径系数 1.034, $P<0.01$), 芸香苷正向作用香气香味总分 (途径系数 0.977, $P<0.01$) 和感官评吸

表 5 变黄期优化烘烤参数后加热卷烟烟叶感官评价结果

Tab. 5 Results of sensory evaluation in tobacco materials for heated tobacco products after optimizing curing parameters during yellowing stage

处理 treatments	烟雾量 smoke volume	香气香味 aroma	劲头 physiological strength	协调性 harmony	刺激性 stimulation	口感 taste	总分 total score
T_1	7.92 Aa	26.45 Aa	7.54 Aa	8.26 Aa	12.74 Aa	22.17 Aa	85.08 Aa
T_2	8.12 Aa	26.97 Aa	8.18 Aa	8.48 Aa	12.57 Aa	22.36 Aa	86.68 Aa
CK	8.20 Aa	23.16 Bb	8.34 Aa	8.33 Aa	12.62 Aa	22.43 Aa	83.08 Ab



注: 蓝色和红色线条分别表示正相关和负相关; 实线和虚线分别表示显著相关和无显著相关性; “*”和“**”分别表示显著水平 ($P<0.05$) 和极显著水平 ($P<0.01$)。

Note: Blue and red lines indicate positive and negative correlation, respectively; solid and dashed lines indicate significant correlation and no significant correlation, respectively; “*” and “**” indicate significance at the 0.05 and 0.01 level, respectively.

图 1 偏最小二乘路径模型

Fig. 1 Partial least squares path modeling

总分(通径系数 1.103, $P<0.01$), 而总糖反向作用感官评吸总分(通径系数-1.063, $P<0.01$), 其他指标对香气香味总分和感官评吸总分的影响不显著。加热卷烟烟叶美拉德反应物总糖、还原糖、游离氨基酸、叶黄素和芸香苷之间能互相影响, 最终共同提高加热卷烟烟叶原料的感官评吸质量。

3 讨论

烟草的风味特征通常由几种表征化合物或关键化合物决定^[22], 这些表征化合物通常在烟草种子、生长、成熟及贮藏过程中或是在原料调制加工过程中形成。美拉德反应也称羰氨反应, 是含游离氨基的化合物与还原糖或羰基化合物之间在高温或常温条件下的非酶棕色化反应, 可生成各种具有特殊的香气嗅感物质, 对烟叶风味特征有较大的影响, 因此, 美拉德反应是热加工烟草中风味物质产生的重要途径之一^[23]。

3.1 加热卷烟烟叶美拉德反应物中的糖类物质和香气前体物

美拉德反应物中的羰基化合物包括醛、酮、还原糖及脂肪氧化生成的羰基化合物等^[24], 其中还原糖是美拉德反应体系的主要底物之一。本研究通过优化变黄期烘烤工艺参数(延长稳温时间和缓慢升温工艺), 使烤后烟叶淀粉降解较为充分, 还原糖、果糖和葡萄糖含量显著增加, 加热卷烟烟叶感官评吸总分较高, 各方面指标比例较协调。变黄期延长稳温时间和缓慢升温均有利于美拉德反应物糖类物质的形成, 可在低温(250~350 °C)加热时释放更多美拉德香味物质, 提高加热卷烟烟叶感官质量, 这与宋朝鹏等^[25]的研究结果基本一致。

芸香苷(黄酮)与叶黄素是烟叶中重要的致香前体物质, 可在一定程度上影响烟叶的香气质和香气量。李婷婷等^[26]研究表明: 在烘烤变黄期适当延长变黄时间, 有利于大分子物质的分解及致香前体物质的形成。本研究表明: 在烘烤过程中, 变黄期延长稳温时间和缓慢升温均可以适当提升美拉德反应物含量, 有利于烟叶叶黄素和芸香苷的转化和积累。

3.2 加热卷烟烟叶美拉德反应物中的氮类物质

美拉德反应物中的游离氨基化合物包括胺、氨基酸、肽以及次生代谢产物烟碱等, 其中氨基酸是美拉德反应的重要物质基础之一, 游离氨基

酸的种类和含量可以调控美拉德反应的需求方向和强度^[27]。本研究在变黄期延长稳温时间和缓慢升温工艺后, 烤后烟叶蛋白质含量降解至约 5%, 游离氨基酸和脯氨酸含量显著升高, 加速了烟叶蛋白质和氨基酸之间的消长关系, 这与陈颐等^[28]的研究结果相符。班强等^[29]研究发现: 脯氨酸作为美拉德反应的反应物, 在一定条件下可形成多种香气物质, 产生令人愉悦的香气, 掩盖其他物质产生的杂气。本研究在优化变黄期烘烤工艺后烟叶脯氨酸含量显著增加, 提升了加热卷烟烟叶的感官质量。

3.3 加热卷烟烟叶美拉德反应物与感官评吸质量的关系

苏宇等^[12]研究表明: 美拉德反应物烟叶还原糖与香气量、透发性、杂气以及干燥感呈极显著正相关, 脯氨酸含量与烟气透发性、杂气和刺激性呈显著或极显著正相关, 芸香苷与香气质、香气量及圆润感呈显著或极显著正相关; 还原糖、脯氨酸和芸香苷含量增加, 有利于改善烟叶的香气质、香气量、柔和度及圆润感。本研究也表明: 加热卷烟烟叶美拉德反应物还原糖、游离氨基酸和芸香苷均正向作用于香气香味总分和感官评吸总分。

本研究通过偏最小二乘模型得出其他香气前体物对香气香味总分和感官评吸总分的影响不显著, 这主要是由于除芸香苷外, 其他香气物质与感官评吸中香气指标的相关性较差。有研究表明: 加热卷烟烟气中来源于烟叶本身的致香物质种类较少, 且释放量较低^[30], 这可能是由于加热卷烟的烟草基质主要是烟草薄片, 低温(250~350 °C)加热时香味物质释放量减小。同一加热卷烟中不同香味成分的释放量差异较大, 同一香味成分在不同加热卷烟中的释放量差异也较大^[31], 因此, 加热卷烟烟叶的香韵特征较差, 可能与加热卷烟烟具的加热方式、烟草材料香气物质释放的效率、滤嘴的截留率及烟草材料性质有关, 这是下一步研究的重点和关注方向。

4 结论

变黄期延长稳温时间和缓慢升温处理均可适当提高美拉德反应物含量, 有利于烟叶含羰基化合物(还原糖、果糖、葡萄糖、麦芽糖和芸香苷)和含氮化合物(游离氨基酸和脯氨酸)的转化

和积累,从而提高加热卷烟烟叶感官评吸质量,其中缓慢升温处理的作用更明显。美拉德反应物还原糖、游离氨基酸和芸香苷正向作用于加热卷烟烟叶感官评吸质量。

[参考文献]

- [1] 刘亚丽,王金棒,郑新章,等.加热不燃烧烟草制品发展现状及展望[J].中国烟草学报,2018,24(4): 91. DOI: 10.16472/j.chinatobacco.2017.253.
- [2] 杨菁,赵文涛,艾明欢,等.不同类型的加热卷烟原料性能比较[J].中国烟草学报,2020,26(3): 1. DOI: 10.16472/j.chinatobacco.2019.197.
- [3] 李巧灵,刘江生,邓小华,等.烟草热解燃烧过程香味成分的释放变化[J].烟草科技,2014(11): 62. DOI: 10.3969/j.issn.1002-0861.2014.11.013.
- [4] 杨继,杨帅,段沅杏,等.加热不燃烧卷烟烟草材料的热分析研究[J].中国烟草学报,2015,21(6): 7. DOI: 10.16472/j.chinatobacco.2015.070.
- [5] 霍现宽,刘珊,崔凯,等.加热状态下烟草烟气香味成分释放特征[J].烟草科技,2017,50(8): 37. DOI: 10.16135/j.issn1002-0861.2016.0545.
- [6] 赵璐,王丙武,宋中邦,等.基于感官评价的加热不燃烧卷烟原料品种(系)筛选[J].烟草科技,2020,53(1): 21. DOI: 10.16135/j.issn1002-0861.2019.0172.
- [7] REN K, SUN S B, HE C L, et al. Interactive effects of nitrogen application and remained leaves numbers on flue-cured tobacco yield and quality[J]. International Journal of Agriculture & Biology, 2020, 24(6): 1423. DOI: 10.17957/IJAB/15.1579.
- [8] CHEN J, LI Y, HE X, et al. Influences of different curing methods on chemical compositions in different types of tobaccos[J]. Industrial Crops & Products, 2021, 167(1): 113534. DOI: 10.1016/j.indcrop.2021.113534.
- [9] 刘腾江,张荣春,杨乘,等.不同变黄期时间对上部烟叶可用性的影响[J].西南农业学报,2015,28(1): 73. DOI: 10.16213/j.cnki.scjas.2015.01.013.
- [10] 王涛,毛岚,范宁波,等.密集烘烤变黄期和定色期关键温度点延长对上部烟叶质量的影响[J].天津农业科学,2021,27(2): 6. DOI: 10.3969/j.issn.1006-6500.2021.02.002.
- [11] 钱敏,白卫东,赵文红,等.不同氨基酸和糖对美拉德反应产物的影响[J].食品科学,2016,37(13): 31. DOI: 10.7506/spkx1002-6630-201613006.
- [12] 苏宇,王玉平,杨虹琦,等.不同香型烤烟主要美拉德反应物与感官评吸指标的相关性分析[J].中国农学通报,2016,32(7): 179. DOI: 10.11924/j.issn.1000-6850.casb15090004.
- [13] 陈颐,郑竹山,王建兵,等.不同成熟度烤烟烘烤过程中游离氨基酸及转氨酶活性变化[J].中国烟草科学,2019,40(3): 75. DOI: 10.13496/j.issn.1007-5119.2019.03.011.
- [14] YC/T 159—2002.烟草及烟草制品 水溶性糖的测定 连续流动法[S].
- [15] YC/T 160—2002.烟草及烟草制品 总植物碱的测定 连续流动法[S].
- [16] YC/T 161—2002.烟草及烟草制品 总氮的测定 连续流动法[S].
- [17] YC/T 216—2013.烟草及烟草制品 淀粉的测定 连续流动法[S].
- [18] YC/T 251—2008.烟草及烟草制品 葡萄糖、果糖、蔗糖的测定 离子色谱法[S].
- [19] 李小方,张志良.植物生理学实验指导[M].5版.北京:高等教育出版社,2016.
- [20] YC/T 382—2010.烟草及烟草制品 质体色素的测定 高效液相色谱法[S].
- [21] YC/T 202—2006.烟草及烟草制品 多酚类化合物绿原酸、茛菪亭和芸香苷的测定 高效液相色谱法[S].
- [22] 史宏志,刘国顺.烟草香味学[M].北京:中国农业出版,2011.
- [23] 韩富根.烟草化学[M].2版.北京:中国农业出版社,2015.
- [24] 苏加坤,赵琪,李瑞丽,等.葡萄糖和丙氨酸的美拉德反应及其在烟草中的应用研究[J].化学试剂,2019,41(11): 1201. DOI: 10.13822/j.cnki.Hxsj.2019007133.
- [25] 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. DOI: 10.3864/j.issn.0578-1752.2010.20.016.
- [26] 李婷婷,陆新莉,苟正贵,等.烘烤方式对烤烟蛋白酶和淀粉酶活性及化学成分的影响[J].山地农业生物学报,2018,37(3): 69. DOI: 10.15958/j.cnki.sdnyswxb.2018.03.012.
- [27] 李洪臣,朱顺成.氨基酸对不同烤烟品种烟叶美拉德反应的影响[J].安徽农业科学,2020,48(3): 26. DOI: 10.3969/j.issn.0517-6611.2020.03.007.
- [28] 陈颐,张笑,杨志怀,等.烟叶烘烤过程中蛋白质的降解及相关酶活性的变化[J].中国烟草学报,2019,25(5): 70. DOI: 10.16472/j.chinatobacco.2018.337.
- [29] 班强,王萍娟,李志华,等.废烟末与脯氨酸的卷烟增香美拉德反应条件筛选[J].湖北农业科学,2017,56(3): 497. DOI: 10.14088/j.cnki.issn0439-8114.2017.03.026.
- [30] 王颖,杨文彬,王冲,等.加热不燃烧卷烟产品主流烟气中香味成分的比较[J].食品与机械,2019,35(6): 64. DOI: 10.13652/j.issn.1003-5788.2019.06.011.
- [31] 周慧明,刘鸿,刘广超,等.自制研究平台不同加热温度下电加热卷烟主要成分的释放行为[J].烟草科技,2021,54(6): 50. DOI: 10.16135/j.issn1002-0861.2020.0404.

责任编辑: 何承刚