

装烟密度对抚州烤后烟叶品质的影响

张锐新¹, 姚源¹, 杨昌鹤¹, 苏谦²

(1. 山东中烟工业有限责任公司青岛卷烟厂, 山东青岛 266101; 2. 山东中烟工业有限责任公司物资采购中心, 山东济南 250014)

摘要 为探究密集烘烤在江西省抚州市烟区较为适宜的装烟密度, 以当地主栽品种云烟 87 的中部叶为试验材料, 比较 50、55、60、65 kg/m³ 4 种装烟密度下的烤后烟叶外观质量、物理特性、常规化学成分、中性致香物质、感官质量等指标。结果表明, 装烟密度对烤后烟叶品质影响较大; 在 60 kg/m³ 装烟密度下烤后烟叶的整体品质最高, 化学成分最为协调; 50 kg/m³ 装烟密度下, 烤后烟叶的整体品质最差, 但其总糖、还原糖、烟碱、总氮和类胡萝卜素类降解产物含量最高; 65 kg/m³ 装烟密度下, 烤后烟叶的苯丙氨酸类降解产物、棕色化反应产物和新植二烯含量最高。

关键词 装烟密度; 外观质量; 物理特性; 中性致香物质

中图分类号 TS 44 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2023)10-0153-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2023.10.034



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Effect of Loading Density on the Quality of Flue-cured Tobacco Leaves in Fuzhou

ZHANG Rui-xin, YAO Yuan, YANG Chang-he et al (Shandong Zhongyan Industry Co., Ltd., Qingdao Cigarette Factory, Qingdao, Shandong 266101)

Abstract In order to explore the more suitable tobacco loading density for intensive baking in Fuzhou tobacco district, Jiangxi Province, using the middle leaf of the local cultivar Yunyan 87 as the experimental material, the appearance quality, physical characteristics, conventional chemical components, neutral aroma substances and sensory quality of flue-cured tobacco under four loading densities of 50, 55, 60 and 65 kg/m³ were compared. The results show that, the loading density has a great influence on the quality of flue-cured tobacco leaves; When the loading density is 60 kg/m³, the overall quality of flue-cured tobacco leaves is the highest and the chemical composition is the most coordinated; When the loading density was 50 kg/m³, the overall quality of flue-cured tobacco was the worst, but the contents of total sugar, reducing sugar, nicotine, total nitrogen and carotenoid degradation products were the highest; Under the loading density of 65 kg/m³, the contents of phenylalanine degradation products, browning reaction products and neophytodiene in flue-cured tobacco were the highest.

Key words Loading density; Appearance quality; Physical characteristic; Neutral aromatic substances

烟叶的烘烤环节是烤烟生产过程中的重中之重^[1]。随着密集烤房的不断发展和推广, 大大提高了烤房的烘烤效率, 在密集烤房装烟室恒定的情况下, 烟叶产区装烟密度差异较大, 不同烟叶品种的配套装烟密度也应有所差异。有试验从不同装烟密度下对散叶密集烘烤烟叶品质进行了研究, 认为烟叶经济性状、化学成分协调性及品质都会受到影响^[2-4]。主要是不同装烟密度对烤房内温湿度的变化有相应的影响, 从而通过影响烟叶烘烤过程中几种酶的活性, 最终烟叶大分子物质转化造成不同影响。笔者从装烟密度上考虑, 结合烘烤过程中一些重要的物质变化开展了初步研究, 对烟叶内含水率、烟碱、总糖、中性致香物质成分等进行分析, 逐步探究烟叶中内在物质含量的变化, 旨在为优化当地主要品种的烘烤工艺提供数据支持。

1 材料与方

1.1 试验材料 试验于 2021 年在江西省抚州市开展, 种植的品种为云烟 87, 种植管理规范, 烟叶适时采收。采收烟叶是同批第 11 叶位, 用作试验材料。采用电热温湿自控式密集烤箱, 烘烤工艺为三段式^[5]。

1.2 试验设计 采用密集烘烤方式, 设置 4 种装烟密度: T1, 50 kg/m³; T2, 55 kg/m³; T3, 60 kg/m³; T4, 65 kg/m³, 按当地烘烤工艺进行烘烤。取烤后烟叶分 2 份, 1 份用于外观质量、物理特性的测定; 另 1 份切去叶尖与叶基部, 杀青烘干用于成

分测定。

1.3 测量方法

1.3.1 外观质量。 外观质量评价过程中, 按照“GB 2635—92 烤烟”进行评分(表 1), 最后运用指数和法来进行评价分析。

1.3.2 物理特性。 采用吉书文等^[6]的检测方法。

1.3.3 常规化学成分。 采用连续流动法对 7 种常规化学成分进行检测, 并且根据检测数据计算出糖碱比、氮碱比、钾氯比^[7]。

1.3.4 中性致香成分含量。 水蒸气蒸馏-二氯甲烷溶剂萃取法提取, 美国 HP5890-5972 气质联用仪定性分析^[8]。

1.3.5 感官质量。 感官质量评价按照“YC/T 138—1998 烟草及制品感官评分标准”, 采用 9 分制评分。

1.4 数据处理 SPSS 22.0 进行试验数据的分析; Microsoft Excel 2013 软件作图。

2 结果与分析

2.1 不同装烟密度对烤后烟外观质量的影响 密集烘烤条件下, 装烟密度不同时, 烟叶外观的品质也会有着不同程度的变化^[9]。由表 1 可知, 外观质量总分排序为 T3>T4>T2>T1。T3 处理下各项指标均为最优; T1 处理各项指标表现均为最差; T4 除颜色、色度外其余指标均高于 T2。T1 与 T2 除身份、油分外其余指标呈显著性差异; T1 与 T4 除油分外其余指标均呈显著性差异; T3 分别与 T1、T2 之间各指标呈现显著性差异; T3 与 T4 除颜色、色度外各项外观指标无显著性差异。整体来看, 4 个处理中以 T3 处理下外观质量表现最为良好。

作者简介 张锐新(1994—), 男, 河南焦作人, 助理工程师, 硕士, 从事烟草调制与加工研究。

收稿日期 2022-07-23

表1 不同装烟密度对烤后烟外观质量的影响

Table 1 Effects of different loading density on the appearance quality of flue-cured tobacco

处理 Treatment	颜色 Colour	成熟度 Maturity	结构 Structure	身份 Identity	油分 Oil content	色度 Chroma	总分 Total score
T1	7.2 d	7.1 c	7.3 c	7.2 b	7.2 b	7.2 d	43.2 d
T2	7.7 b	7.5 b	7.7 b	7.4 b	7.3 b	7.6 b	45.2 c
T3	8.1 a	8.2 a	8.3 a	8.2 a	8.1 a	8.0 a	48.9 a
T4	7.4 c	8.1 a	8.2 a	8.0 a	7.9 ab	7.4 c	47.0 b

注:同列数据后不同小写字母表示不同处理间差异显著($P<0.05$)。

Note: Different lowercase letters in the same column indicated significant difference at 0.05 level.

2.2 不同装烟密度对烤后烟物理特性的影响 由表2可知,叶片厚度表现为 $T1>T3>T4>T2$,除T2与T4外各处理间呈显著差异;叶面密度表现为随装烟密度的增加而减小,除T2与T3外各处理间呈显著性差异;含梗率表现为 $T4>T1>T2>T3$,除T1与T4外各处理间呈显著差异;平衡含水率表现为 $T3>T2>T1>T4$,各处理间差异显著;拉力表现为 $T3>T2>T1>T4$,且各处理间差异显著。综合来看,T2、T3处理下的烤后烟叶叶片厚度和叶面密度适宜,含梗率较低,平衡含水率和拉力较高,可用性较好。

2.3 不同装烟密度对烤后烟常规化学成分的影响 由表3可知,各个处理下总糖含量与还原糖含量表现一致,均随着装烟密度增加而降低,且各个处理间呈显著差异,各处理表现为 $T1>T2>T3>T4$ 。可以看出在装烟密度相对较低时,烟叶中的总糖与还原糖会比较容易积累。

由于烟草制品是通过燃烧吸食,燃烧性有较高的要求,所以应确保烟叶成丝后能充分燃烧,减少吸食的杂气,更好地表现出烟叶的特征与香气^[10]。由表3可知,钾含量表现为 $T1<T2<T3<T4$,除T1外其余各处理间差异不显著;氯含量表现为 $T1<T2<T3=T4$,但各个处理间差异不显著;钾氯比可以

体现烟叶燃烧性,T4处理下钾氯比最高。

表2 不同调制环境对烤后烟叶物理特性的影响

Table 2 Effect of different modulation environment on the physical properties

处理 Treatment	叶片厚度 Blade thickness μm	叶面密度 Leaf density g/cm^2	含梗率 Stem percentage %	平衡含水率 Equilibrium moisture content//%	拉力 Tensile force//N
T1	102.38 a	58.72 a	34.52 a	11.27 c	1.80 c
T2	94.46 c	55.01 b	33.85 b	12.37 b	1.86 b
T3	98.58 b	54.86 b	33.21 c	12.98 a	1.92 a
T4	96.33 c	50.91 c	34.77 a	10.93 d	1.72 d

注:同列数据后不同小写字母表示不同处理间差异显著($P<0.05$)。

Note: Different lowercase letters in the same column indicated significant difference at 0.05 level.

糖碱比、氮碱比对于烟叶品质的评价至关重要^[11]。研究表明,随氮碱比值增加,香气浓度降低,接近2:1时,则香味明显不足,比值接近或低于1时,香味转浓^[12]。由表3可知,T3最接近1:1;糖碱比表现为 $T3>T4>T2>T1$ 。总体上看,T3处理常规化学成分最为协调,T4次之。

表3 不同装烟密度对烤后烟叶常规化学成分的影响

Table 3 Effects of different loading density on conventional chemical components of flue-cured tobacco leaves

处理 Treatment	总糖 Total sugar %	还原糖 Reducing sugar %	烟碱 Nicotine %	氯 Cl %	钾 K %	总氮 Total nitrogen %	糖碱比 Sugar-nicotine ratio	氮碱比 Nitrogen-nicotine ratio	钾氯比 Potassium chloride ratio
T1	23.45 a	22.02 a	2.87 a	0.26 a	1.08 b	2.41 a	8.17 c	0.84 c	4.15 c
T2	23.03 b	21.53 b	2.62 b	0.27 a	1.14 a	2.32 b	8.79 b	0.89 b	4.22 b
T3	22.38 c	20.71 c	2.43 c	0.28 a	1.19 a	2.28 c	9.21 a	0.94 a	4.25 b
T4	21.92 d	20.12 d	2.39 d	0.28 a	1.20 a	2.23 d	9.17 a	0.93 a	4.29 a

注:同列数据后不同小写字母表示不同处理间差异显著($P<0.05$)。

Note: Different lowercase letters in the same column indicated significant difference at 0.05 level.

2.4 不同装烟密度对烤后烟中性致香物质的影响 致香物质的含量会直接影响烟叶在燃烧时产生的香气浓度,致香物质的含量提升则烟叶释放的香气也越多,吃味也变得更加醇和^[13]。烟叶品质的好坏与其含有香味物质的组成和含量息息相关,香味物质的种类结构也确定了烟叶的主题风格,但是香味物质很复杂,有些含量虽少的却能发挥较大作用^[14-18]。装烟密度使烟叶物质转化的小环境发生变化,故而烟叶内的前体物质降解被影响。由表4可知,分5类统计出测烟叶香气物质含量,中性香气物质总量(除新植二烯)表现为 $T3>T4>T2>T1$ 。

苯丙氨酸类降解产物对于增香作用明显^[13]。由表4可知,苯丙氨酸类降解产物随装烟密度的增大而增加。

类西柏烷类降解产物拥有提升烟叶香吃味水平的效果,有一种新鲜胡萝卜的味道^[13]。由表4可知,其含量表现为 $T3>T4>T2>T1$,随着装烟密度的增大呈先升高然后快速下降的趋势。说明T3处理下烟叶烤后茄酮含量最高,装烟密度过大的话会造成茄酮含量下降。

棕色化反应产物类致香物质对烟草制品的吃味具有很大影响,醇化过后产生坚果香、甜香等舒适香气^[13]。由表4可知,棕色化反应产物总含量随着装烟密度的增加而升高,

表现为 T4>T3>T2>T1。说明高装烟密度处理下烤后叶片中棕色化反应产物能较好积累。

类胡萝卜素可以降解出许多关键的致香物质^[19-20]。由表 4 可知,类胡萝卜素类降解产物含量表现为 T1>T2>T3>T4,其中 T2、T3 处理差别不大。

新植二烯易融入烟气,烟气柔和度会随之提升。但是新

植二烯也可能增加刺激性,其大量融入烟气时会带着其他天然与人为添加香气物质。在后期复烤或者陈化中会再次降解成其他小分子香味物质,提升烟草的清香气息^[21]。由表 4 可知,新植二烯含量随着装烟密度的增加而升高,表现为 T4>T3>T2>T1。

表 4 不同装烟密度对烤后烟叶中性致香物质含量的影响

Table 4 Effects of different loading density on the content of neutral aroma substances in flue-cured tobacco leaves 单位:μg/g

处理 Treatment	苯丙氨酸 类降解产物 Phenylalanine degradation products	类西柏烷类 降解产物 Degradation products of cembranoids	棕色化反 应产物 Maillard reaction products	类胡萝卜素 类降解产物 Carotenoid degradation products	新植二烯 Neophydiene	总和(除新 植二烯) Sum (except Neophydiene)
T1	19.08	30.41	33.54	59.78	635.37	142.81
T2	19.33	35.11	35.32	57.78	647.79	147.54
T3	19.45	44.05	35.56	56.80	659.03	155.86
T4	19.58	39.11	38.31	51.78	677.14	148.78

2.5 不同装烟密度对烤后感官质量评价的影响 将不同装烟密度下密集烘烤后烟叶制成单料烟然后进行感官评吸,结果见表 5。总分表现为 T3>T4>T2>T1,其中 T3 处理下的香气量、香气质、余味、灰色和燃烧性的感官评吸得分均比较

高,表现为香气量多,香气质纯净,浓度大,余味较干净,灰色白灰及燃烧性好。说明 T3 处理下对烟叶感官的提升有更大帮助,体现在香气量充足、香气质好、灰白及燃烧性提高。

表 5 不同装烟密度对烤后烟叶感官质量的影响

Table 5 Effects of different loading density on sensory quality of flue-cured tobacco leaves

处理 Treatment	香气质(9) Aroma quantity(9)	香气量(9) Aroma volume(9)	浓度(9) Concentration(9)	劲头(9) Strength(9)	刺激性(9) Thrill(9)	余味(9) Aftertaste(9)	灰色(9) Grey(9)	燃烧性(9) Flammability(9)	总分(81) Total score(81)
T1	6.5	6.5	6.5	5.0	6.5	6.5	6.5	7.0	51.0
T2	6.5	6.5	6.5	5.5	7.0	6.5	7.0	7.5	53.0
T3	7.0	7.0	6.5	5.5	7.0	7.0	7.0	7.5	54.5
T4	7.0	6.5	6.5	5.5	7.0	7.0	7.0	7.5	54.0

3 结论

密集烘烤中,想要提高上等烟叶的比例,需要对装烟密度进行合理设计^[22]。不同装烟密度条件下,烟叶间隙的通风效果也会受到影响,这样烟叶区域小环境的温湿度环境就会存在不同差异,从而造成烘烤中烟叶物质转化的不同,最终烟叶的感官、外观以及成分指标都会呈现一定差异^[23]。烤房的装烟密度提高以后,小环境内的相对湿度会相应增加,此时会有助于棕色化反应产物的转化^[24]。烤烟的大部分香气成分是烟叶经过烤房烘烤,进行大分子物质降解而生成的^[25],为了提升叶绿素以及其他大分子物质降解程度,可以适当延长烘烤变黄期^[26]。装烟密度大时,微生物就会更多地将糖分等大分子物质进行降解^[27]。该试验表明,60 kg/m³装烟密度下烤后烟叶的整体品质最优,化学成分最为协调;50 kg/m³装烟密度下,烤后烟叶的整体品质最差,但其总糖、还原糖、烟碱、总氮和类胡萝卜素类降解产物的含量最高;65 kg/m³装烟密度下,烤后烟叶的苯丙氨酸类降解产物、棕色化反应产物和新植二烯含量最高,钾氯比也为最高。

参考文献

[1] 余凌峰.成熟度、变黄温度对烟叶淀粉降解的影响[J].三明农业科技,2007(3):18-19.
[2] 卢贤仁,谢已书,李国彬,等.不同装烟密度对散叶密集烘烤烟叶品质及

能耗的影响[J].贵州农业科学,2011,39(6):55-57.
[3] 黄建,张海伟,卢瑞杰.密集烤房装烟密度对烟叶质量及烘烤效益的影响[J].湖北农业科学,2014,53(7):1595-1598.
[4] 张滔.密集烤房装烟密度对烟叶质量的影响[D].长沙:湖南农业大学,2013.
[5] 兰俊荣,靖军领,黄一兰,等.不同成熟度烟叶烘烤过程中多酚氧化酶活性变化[J].现代农业科技,2010(23):54-55,57.
[6] 吉书文,滕兆波.烟草物理检测[M].郑州:河南科学技术出版社,1997.
[7] 简永兴,杨磊,董道竹,等.生长调节剂 2,4-D 灌施对烤烟上部叶常规化学成分的影响[J].作物杂志,2006(6):20-23.
[8] 詹军,周芳芳,张晓龙,等.密集烤房中添加不同香料植物对烟叶致香物质和评吸质量的影响[J].安徽农业大学学报,2013,40(5):875-882.
[9] 詹军,武圣江,贺帆,等.密集烘烤干筋期温度对上部烟叶外观质量和内在品质的影响[J].甘肃农业大学学报,2011,46(6):29-35.
[10] 王娜,黄晓伟,赵国豪,等.黄芩根提取物的制备及其在烟草香气中的作用研究[J].香料香精化妆品,2011(6):8-12.
[11] 张锐新,任天宝,赵喆,等.移栽期对五指山雪茄烟品质及主要经济性状的影响[J].作物杂志,2018(2):148-153.
[12] 夏贤仁,包开荣,峰嵘,等.云南烤烟种质资源化学品质分析[J].陕西农业科学,2008,54(4):67-69.
[13] 史宏志,刘国顺.烟草香味学[M].北京:中国农业出版社,1998:102-110.
[14] 史宏志,谢子发,赵永利,等.四川白肋烟不同品种中性香气成分含量及感官品质分析[J].中国烟草学报,2010,16(1):1-5.
[15] 杨立均,官长荣.烤烟三段式烘烤操作技术[J].烟草科技,2003,36(7):46-48.
[16] 杨树勋,荣翔麟.烟叶烘烤前期失水对烟叶变黄的影响[J].作物研究,2013,27(6):668-671.

的厚度、蜡质感、叶面叶背色差、颜色深浅是影响清甜香型烟叶风格及质量的关键外观质量特征指标,这些外观特征与该研究中的油分和色度指标关系密切。蒋美红等^[19]建立了基于多源信息应用随机森林算法的分类模型,得出影响烤烟香型分类的重要变量为氯离子、总糖、宽度、厚度和钾离子,其中化学成分各指标的重要性排序与该研究的关键性化学成分指标结果相一致。中性香气物质指标比较多,含量差异也较大,不同的指标对烟叶的质量和香型分类也有不同程度的影响。郭帅帆等^[16]、李玲燕等^[17]采用 PCA 法筛选出的不同生态区烤烟关键香气物质其中包括巨豆三烯酮和茄酮;许洪庆等^[20]利用 Fisher 逐步判别法所筛选出的对不同香型分类具有重要贡献的 16 项指标中包括二氢猕猴桃内酯、巨豆三烯酮、新植二烯、西柏三烯二醇等,这些关键性指标均与该研究结果相一致。

虽然此前关于烟草质量特征和香型分类的研究较多,但大都是以单类型某几项指标来进行分类,难以客观地反映烟草质量特征的综合差异^[6-7]。该研究从各类质量指标提取主成分得分绘制出的散点图结果显示,不同香型烤烟的各类质量指标存在程度不同的差异,从 PCA 提取的主成分计算的权重排序后,综合 4 类指标筛选出 14 项关键性指标用于后期的聚类分析,结果显示 3 组验证样品基本实现了同类聚集且异类分离,回判验证 A 组、外部验证 B 组和混合验证 C 组的聚类分析准确率分别为 93.33%、87.50% 和 100%,整体聚类效果较好,由此说明了关键指标的可靠性。

4 结论

通过主成分分析从 4 类质量特征指标中共筛选出对烤烟香型贡献较大的 14 项关键指标,分别为 2 项外观质量指标(色度、油分)、4 项感官质量指标(香气量、感官总分、浓度、刺激性)、3 项常规化学成分(氯、总糖、钾)、5 项中性香气物质(茄酮、二氢大马酮、巨豆三烯酮、二氢猕猴桃内酯、新植二烯)。筛选的 14 项质量特征指标能够较为准确地将验证组 A 组 15 个样品聚为 3 类,B 组 8 个样品聚为 5 类,C 组 23 个样品聚为 4 类,分类正确率分别为 93.33%、87.50% 和

100%。聚类分析显示所筛选的 14 项关键性指标可以准确判别不同烤烟香型风格,并有效区分这 3 种不同新香型烟叶。

参考文献

- [1] 常乃杰,刘青丽,李志宏,等.典型清香型烟区生态因子与烤烟品质灰色关联度[J].西南农业学报,2017,30(8):1754-1759.
- [2] 张霞,张涛,段沅杏,等.烤烟香型与产区及品种的关系研究[J].烟草科技,2015,48(2):37-42.
- [3] 罗登山,王兵,乔学义.《全国烤烟烟叶香型风格区划》解析[J].中国烟草学报,2019,25(4):1-9.
- [4] 肖明礼,尹智华,战磊.3 种香型风格烟叶化学成分与其感官质量的关系[J].西南农业学报,2015,28(6):2750-2755.
- [5] 杨佳政,陈颀,王玉平,等.不同生态区烟叶化学成分和营养元素特征与感官质量的关系[J].湖南农业大学学报(自然科学版),2015,41(4):364-368.
- [6] 郭东锋,胡海洲,汪季涛,等.基于随机森林的烤烟香型分类研究[J].中国农学通报,2015,31(6):241-246.
- [7] 许永,张涛,吴亿勤,等.基于烟叶致香成分建立烤烟香型分类模型方法研究[J].中国农学通报,2016,32(25):181-187.
- [8] 詹军,周芳芳,邓国宾,等.基于化学成分和致香物质的烤烟上部叶香型判别分析[J].湖南农业大学学报(自然科学版),2013,39(3):232-241.
- [9] 何晓群.多元统计分析[M].5 版.北京:中国人民大学出版社,2019:106-132.
- [10] LI H Y,BAOYIN H X.Sequence optimization for multiple asteroids rendezvous via cluster analysis and probability-based beam search[J].Science China technological sciences,2021,64(1):122-130.
- [11] 史卫东,梁劲,张力,等.菜心和芥蓝表型多样性的主成分分析与聚类分析[J].西南农业学报,2020,33(12):2726-2735.
- [12] 赵奇,罗青,陈丽培,等.中部地区农业经营主体收入的差异分析:基于 SPSS 聚类、主成分分析和灰色关联分析[J].安徽农业科学,2021,49(9):221-224.
- [13] 任可,李天福,杨雪彪,等.云南德宏烤烟品种 KRK26 烟叶质量特征分析[J].西南农业学报,2019,32(10):2438-2444.
- [14] 周亚辉,毛可亲.基于主成分分析的 CBA 球队综合评估指标权重计算[J].湖南理工学院学报(自然科学版),2020,33(4):18-21.
- [15] 张朝明,赵坤,唐胜,等.6 个豇豆品种农艺性状的相关性、主成分及聚类分析[J].西南农业学报,2021,34(3):501-507.
- [16] 郭帅帆,刘百战,余苓,等.闭环回路气提法的烟叶香气成分特征判别研究[J].计算机与应用化学,2015,32(4):496-502.
- [17] 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.
- [18] 陈健,蔡宪杰,郭文,等.西南部分清甜香型产区烤烟外观特征及其与常规化学成分和感官质量的关系分析[J].烟草科技,2020,53(8):7-14.
- [19] 蒋美红,李晓婷,张晓龙,等.基于多源信息的烤烟香型分类[J].贵州农业科学,2017,45(3):115-119.
- [20] 许洪庆,吕大树,张亚恒,等.二氯甲烷提取物致香成分 GC/MS 指纹图谱在烤烟香型鉴别中的应用[J].烟草科技,2017,50(1):30-40.

(上接第 155 页)

- [17] 赵铭钦,汪耀富,杜士彬,等.陈化期间烟叶香气成份消长规律的研究[J].中国农业大学学报,1997,2(3):73-77.
- [18] 时向东,王旭峰,林开创,等.雪茄外包烟堆发酵中主要中性香气物质的变化[J].西北农业学报,2013,22(7):114-119.
- [19] 拓阳阳,赵铭钦,张广富,等.延边地区烤烟主要化学成分与中性香气物质的关系[J].中国烟草科学,2012,33(3):37-41.
- [20] 史宏志,刘国顺,谢子发,等.不同产地白肋烟中性香气成分及生物碱组成和含量分析[J].中国烟草学报,2008,14(4):23-27.
- [21] 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.
- [22] 王松峰.密集烤房装烟密度对烟叶烘烤过程中生理特性及烤后品质的影响[D].郑州:河南农业大学,2005.
- [23] 李炳泽,王德勋,徐成龙,等.梳式烟夹不同装烟密度对烤后烟叶品质及评吸质量的影响[J].安徽农业科学,2016,44(32):80-82.
- [24] 王瑞新.烟草化学[M].北京:中国农业出版社,2003:193-194.
- [25] 官长荣,汪耀富,赵铭钦,等.烘烤过程中烟叶香气成份变化的研究[J].烟草科技,1995,28(5):31-33,27.
- [26] 江厚龙,刘国顺,周辉,等.变黄时间和定色时间对烤烟烟叶化学成分的影响[J].烟草科技,2012,45(12):33-38.
- [27] 张锐新,任天宝,赵松超,等.晾制密度对雪茄烟中性致香成分的影响[J].天津农业科学,2018,24(6):45-48.