

李少鹏,胡宗玉,张天兵,等. 基于质量差异的翠碧 1 号烟叶分切研究及应用[J]. 江苏农业科学,2020,48(4):197-202.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.04.037

基于质量差异的翠碧 1 号烟叶分切研究及应用

李少鹏, 胡宗玉, 张天兵, 纪铭阳, 许 强, 毛文龙, 胡钟胜, 张 莉

(江苏中烟工业有限责任公司, 江苏南京 210019)

摘要:为探索烟叶原料合理的分切方法及在生产线上的应用,以福建省三明市产的翠碧一号 C3F 烟叶为研究对象,将整片烟叶切成 14 段,并对各段烟叶进行常规化学成分及感官质量检测、聚类和差异分析。结果表明,翠碧一号 C3F 等级烟叶各分切段通过聚类可分为 3 个类,叶基、叶中、叶尖分切长度比分别为 33.33%、40.00%、26.67%。3 个类别中,除浓度、劲头和香气量指标以叶尖最高外,其余各感官指标均以叶中最高;叶基整体质量最差,其杂气(木质气和青杂气)较显露,烟碱含量最低。通过质量差异分析可确定三明烟叶 C3F 适宜的分切方式为切除叶基 20 cm,切后烟叶品质改善,工业适用性进一步提升;叶基通过配方打叶合理使用,实现了单片烟叶的价值最大化。

关键词:质量差异;烟叶;分切;应用;化学成分;感官质量

中图分类号: TS44 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2020)04-0197-06

烟叶原料在卷烟工业企业的发展中具有至关重要的地位,是决定卷烟产品品质的基础性要素,是影响卷烟产品内在质量稳定的关键因素。由于大田生长期同一叶片的不同区段(叶尖、叶中和叶基)所受的光照条件不同,所以同一叶片的不同区段内含物质的代谢、转化和积累的程度不同,导致同一叶片的不同区段在外观、化学成分、感官质量等方面存在一定

的差异^[1-7]。这些差异不仅影响烟叶的精细化配方和加工性能,而且还降低了烟叶可用性^[8-9]。

因此,研究人员根据单片烟叶质量差异,研究不同的分切方法以提高打叶复烤烟叶质量。陈伟等根据烟叶中石油醚提取物含量的高低将烟叶从叶尖到叶基依次分切为 3 段^[10]。刘江豫等利用单片烟叶外观质量差异进行烟叶分切,将 X2F、C3F 切为 2 段,将 B2F 切为 3 段,以此提升烟叶使用价值^[11]。杨晨龙等分别对玉溪 K326 和昆明红大 2 个品种 3 个典型等级初烤烟叶进行纵向等面积分切,并分析不同分切部位的近红外漫反射光谱,可将烟叶分切为叶基和非叶基 2 类^[12]。胡巍耀等提出了

收稿日期:2019-11-25

基金项目:江苏中烟工业有限责任公司项目(编号:201904)。

作者简介:李少鹏(1979—),男,河南新乡人,硕士,工程师,主要从事原料研究与评价。E-mail:45807036@qq.com。

通信作者:张 莉,硕士,工程师,主要从事原料研究与评价。E-mail:zhangli@jszygs.com。

[6] 中华人民共和国卫生部. 卫生部关于批准元宝枫籽油和牡丹籽油作为新资源食品的公告[R]. 2011.

[7] 刘 普,李小方,王永威,等. 油用牡丹籽饼粕中低聚芪类含量测定方法研究[J]. 中国粮油学报,2016,31(4):138-141,146.

[8] 刘 普,牛亚琪,邓瑞雪,等. 紫斑牡丹籽饼粕低聚芪类成分研究[J]. 中国药学杂志,2014,49(12):1018-1021.

[9] Gao Y, He C. Antiproliferative and antimetastasis effects of ten oligostilbenes from the seeds of *Paeonia suffruticosa* on human cancer cells[J]. *Oncology Letters*,2017,13(6):4371-4377.

[10] Song J J, Wang Y W, Teng M Y, et al. Cordyceps militaris induces tumor cell death via the caspase-dependent mitochondrial pathway in HepG2 and MCF-7 cells[J]. *Molecular Medicine Reports*, 2016,13(6):5132-5140.

[11] Choudhary G K, Singh S P. Cytotoxic potential of rhizome extracts of *Hedychium spicatum* L. in HepG2 cell line using MTT[J]. *Indian Journal of Animal Sciences*,2017,87(3):313-315.

[12] Liu M, Li R, Tang Y, et al. New applications of the acridine orange fluorescence staining method: screening for circulating tumor cells[J]. *Oncology Letters*,2017,13(4):2221-2229.

[13] Zhang N, Fan Y X, Li C, et al. Cell permeability and nuclear DNA staining by propidium iodide in basidiomycetous yeasts[J]. *Applied Microbiology and Biotechnology*,2018,102(9):4183-4191.

[14] Liu W M, Li L, Wang J C, et al. Dynamic trapping and high-throughput patterning of cells using pneumatic microstructures in an integrated microfluidic device[J]. *Lab on a Chip*,2012,12(9):1702-1709.

[15] Wolosin J M, Zamudio A, Wang Z. Application of JC1 for non-toxic isolation of cells with MDR transporter activity by flow cytometry[J]. *PLoS One*,2017,12(4):e0174905.

[16] Hu C, Zhuang X, Wei Y, et al. Comparison of mitochondrial function in boar and bull spermatozoa throughout cryopreservation based on JC-1 staining[J]. *Cryo Letters*,2017,38(1):75-79.

“3 段式”分切方法并应用于打叶复烤中,对于提高打叶复烤质量和烟叶综合利用价值具有十分重要的意义^[13-14]。但针对翠碧一号这一特色品种烟叶的质量差异及分切应用的研究尚未见报道。因此本研究对翠碧一号烟叶开展质量差异分析,根据配方需求寻找精准的分切方式及 2 次配比方法,为缓解烟叶原料结构性矛盾、烟叶精细化分组加工及精细化使用提供技术支撑。

1 材料与方法

1.1 供试材料

样品为 2017 年度江苏中烟工业有限责任公司调拨福建三明宁化烟叶,品种为翠碧一号,等级为 C3F,由江苏中烟工业有限责任公司提供。

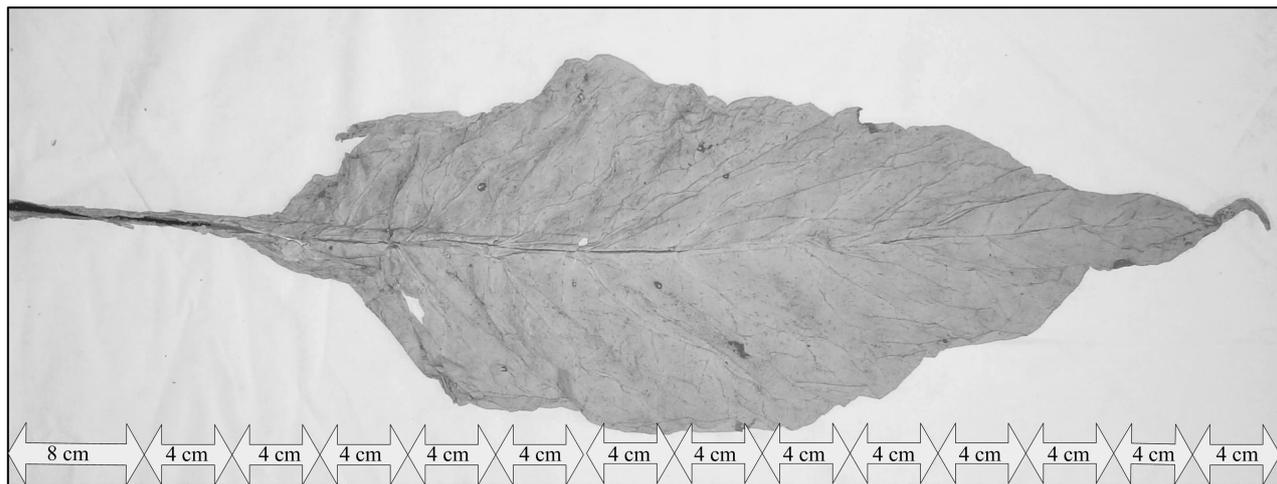


图1 烟叶分切示意

1.4 数据处理

利用 DPS 统计分析软件进行最优分割法分析。最优分割法是聚类分析的一种,是对有序样品进行分类(分段)的一种数学方法,具有客观、最优的特点,它能使样品段内部各样品间的差异最小,而段与段之间的差异最大。计算过程如下:

(1) 样本数据的标准化处理;

(2) 定义直径:最优分割法用“直径”来表示段内的差异程度,段内差异越小,直径就越小,类 $\{x_i, x_{i+1}, \dots, x_j\}$ ($1 \leq i \leq j \leq n-1$) 的直径记为 $D(i, j)$,一般采用“离差平方和”作为直径,即

$$D(i, j) = \sum_{l=i}^j (x_l - \bar{x}_{ij})^2.$$

式中, \bar{x}_{ij} 为第 i 个到第 j 个样本的均值;

(3) 计算目标函数;

(4) 精确最优解的求法;

1.2 试验设计

按图 1 所示将选后烟叶 C3F 从烟梗开始按照长度 8 cm、4 cm、4 cm……进行切段,共计分切为 14 段,段位编码为 $X_1 \sim X_{14}$ 。

1.3 检测评价指标及方法

将各分切段烟叶分别去梗,半段用于常规化学成分检测,半段用于感官评吸。常规化学成分检测样品切丝后在烘箱 40℃ 条件下烘 2 h,磨成粉末,过 40 目筛。依据烟草行业标准测定常规化学成分 6 项指标^[15-19]并计算糖碱比、氮碱比和钾氯比 3 项衍生值;感官评吸样品切丝后卷制,按要求调节水分^[20]。由江苏中烟技术中心组织评吸,感官质量评价指标包括香气质、香气量、浓度、劲头、杂气、刺激性、余味等。

(5) 较优分段法的确定。通常以曲线法确定适宜分段数,将 n 个样本分为 k 类,作出目标函数随分段数变化的曲线 $e[p(n, k)]$ 与 K 关系曲线,取该曲线拐弯处或者开始变平处对应的分段数为最适宜的分段法。还可通过计算比值 $\beta(k) = e[p(n, k-1)]/e[p(n, k)]$ 进一步确定 K 值,当 β 值较大时,说明分成 K 段最优^[21]。用 SPSS20.0 软件进行 Kruskal - Wallis H 检验。

2 结果与分析

2.1 分切段聚类及质量差异分析

2.1.1 分切段聚类 以各分切段烟叶样品感官指标及常规化学指标及衍生值为基础标准化,进行最优分割分析得到各段内直径 $D(i, j)$,结果如表 1 所示;并计算目标函数 $e[p(n, k)]$,根据计算的目标函数进行分类(表 2)。

表1 分切段直径计算结果

j	i												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	0.243 3												
2	0.581 2	0.099 9											
3	1.318 4	0.520 9	0.199 7										
4	2.278 8	1.134 5	0.523 8	0.082 4									
5	3.778 8	2.185 8	1.177 6	0.398 6	0.128 7								
6	5.916 5	3.795 4	2.288 8	1.055 5	0.492 1	0.141 7							
7	8.290 3	5.696 8	3.714 9	2.061 7	1.175 7	0.556 8	0.214 5						
8	10.143 0	7.153 9	4.778 5	2.791 8	1.649 1	0.829 5	0.344 6	0.017 5					
9	11.599 0	8.354 8	5.715 2	3.508 3	2.199 6	1.261 7	0.658 0	0.203 2	0.119 4				
10	13.008 0	9.584 2	6.752 2	4.383 1	2.947 3	1.915 6	1.190 6	0.581 2	0.365 7	0.070 1			
11	14.209 0	10.690 0	7.751 5	5.300 9	3.789 7	2.697 5	1.870 1	1.089 8	0.708 8	0.225 9	0.058 0		
12	15.930 0	12.324 0	9.275 4	6.729 1	5.103 0	3.893 9	2.896 9	1.861 5	1.263 5	0.552 8	0.238 2	0.079 1	
13	17.937 0	14.340 0	11.27 4	8.710 3	7.027 1	5.742 0	4.586 7	3.271 7	2.370 0	1.321 5	0.750 6	0.386 6	0.167 6

表2 目标函数及分类情况

K 值	$e[p(n, k)]$	分类情况
2	8.020 8	$X_1 \sim X_5, X_6 \sim X_{14}$
3	4.268 6	$X_1 \sim X_4, X_5 \sim X_{10}, X_{11} \sim X_{14}$
4	2.388 4	$X_1 \sim X_3, X_4 \sim X_6, X_7 \sim X_{10}, X_{11} \sim X_{14}$
5	1.717 9	$X_1 \sim X_3, X_4 \sim X_6, X_7 \sim X_9, X_{10} \sim X_{12}, X_{13} \sim X_{14}$
6	1.216 3	$X_1 \sim X_3, X_4 \sim X_5, X_6 \sim X_7, X_8 \sim X_9, X_{10} \sim X_{12}, X_{13} \sim X_{14}$
7	0.735 1	$X_1, X_2 \sim X_3, X_4 \sim X_5, X_6 \sim X_7, X_8 \sim X_9, X_{10} \sim X_{12}, X_{13} \sim X_{14}$
8	0.490 8	$X_1, X_2 \sim X_3, X_4 \sim X_5, X_6 \sim X_7, X_8 \sim X_9, X_{10} \sim X_{11}, X_{12} \sim X_{13}, X_{14}$
9	0.349 1	$X_1, X_2 \sim X_3, X_4 \sim X_5, X_6, X_7, X_8 \sim X_9, X_{10} \sim X_{11}, X_{12} \sim X_{13}, X_{14}$
10	0.249 2	$X_1, X_2, X_3, X_4 \sim X_5, X_6, X_7, X_8 \sim X_9, X_{10} \sim X_{11}, X_{12} \sim X_{13}, X_{14}$
11	0.157 9	$X_1, X_2, X_3, X_4 \sim X_5, X_6, X_7, X_8 \sim X_9, X_{10}, X_{11} \sim X_{12}, X_{13}, X_{14}$
12	0.075 5	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8 \sim X_9, X_{10}, X_{11} \sim X_{12}, X_{13}, X_{14}$
13	0.017 5	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8 \sim X_9, X_{10}, X_{11}, X_{12}, X_{13}, X_{14}$

建立 $e[p(n, k)]$ 与 K 的相关曲线(图2)。可知, $e[p(n, k)]$ 随分段数的增加呈递减趋势, 在 $K=3, 4$ 处出现拐点, 通过计算 $e[p(n, k)]$ 的斜率(表3), 可知曲线非负斜率在 $K=3$ 时绝对值最大, 在 $K=5$ 后递减趋势趋于平缓; 同时进一步计算误差函数比值验证, $\beta(3) > \beta(4)$, 表明 C3F 烟叶分段数为

3 时, 段间差异效果最明显。

综上所述, 将 14 个分切段烟叶划分为类别 1 ($X_1 \sim X_4$)、类别 2 ($X_5 \sim X_{10}$)、类别 3 ($X_{11} \sim X_{14}$) 3 类, 即叶基、叶中、叶尖, 分切长度比为 33.33%、40.00%、26.67%。

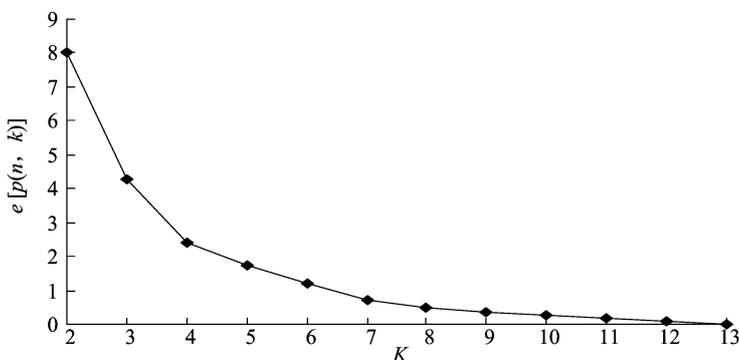
图2 $e[p(n, k)]$ 与 K 的关系曲线

表 3 $e[p(n,k)]$ 与 K 的相关折线的斜率

K 值	斜率
3	-3.75
4	-1.88
5	-0.67
6	-0.50
7	-0.48
8	-0.24
9	-0.14
10	-0.10
11	-0.09
12	-0.08
13	-0.06

2.1.2 分切段不同类别质量差异分析 通过表 4 方差齐次性检验结果表明,烟碱 $P < 0.05$, 不符合参数检验条件,因此选用非参数检验中的 Kruskal - Wallis H 检验方法来检验多个独立样本的指标间差异。由表 5 中 Kruskal - Wallis H 检验结果可知:各指标近似性显著性概率均小于 0.05,拒绝原假设,说明 3 个类别的各指标存在差异有统计学意义。

表 4 方差齐次性检验

评价指标	F 值	自由度 1	自由度 2	P 值
香气质	1.174	2	11	0.345
香气量	1.396	2	11	0.288
杂气	0.032	2	11	0.968
刺激性	1.431	2	11	0.280
余味	0.046	2	11	0.955
浓度	2.115	2	11	0.167
劲头	0.941	2	11	0.420
工业适用性	0.178	2	11	0.839
烟碱	9.641	2	11	0.004
糖碱比	1.672	2	11	0.232
氮碱比	2.323	2	11	0.144
钾氯比	0.015	2	11	0.985

注:检验零假设,即在所有组中因变量的误差方差均相等。

由表 6、图 3 可知,3 个类别的香气质、香气量、杂气、刺激性和工业适用性表现为叶基与叶中、叶尖均差异显著,但叶中与叶基差异不显著;香气质、杂气、刺激性和工业适用性 4 个感官指标得分排序:叶中 > 叶尖 > 叶基,香气量得分排序:叶尖 > 叶中 > 叶基。3 个类别的浓度和劲头表现为叶基、叶中和叶尖均差异显著,且浓度和劲头从叶基到叶中、叶尖依次递增。叶基、叶尖的余味与叶中差异显著,但叶基与叶尖余味差异不显著,叶中余味优于叶尖和叶基,叶基余味最差。

表 5 Kruskal - Wallis H 检验结果汇总

序号	原假设	P 值
1	香气质	0.010
2	香气量	0.007
3	杂气	0.009
4	刺激性	0.009
5	余味	0.009
6	浓度	0.003
7	劲头	0.003
8	工业适用性	0.010
9	烟碱	0.017
10	糖碱比	0.047
11	氮碱比	0.007
12	钾氯比	0.016

注:显示渐进显著性,显著水平是 0.05。

表 6 分切段类别各指标齐性子集结果

指标	子集		
	1	2	3
香气质	A	C B	
香气量	A	B C	
杂气	A	C B	
刺激性	A	C B	
余味	A C	B	
浓度	A	B	C
劲头	A	B	C
工业适用性	A	C B	
烟碱	A	B C	
糖碱比	A B	A C	
氮碱比	A	B	C
钾氯比	A B	C	

注:1、2、3 分别表示叶基、叶中和叶尖;置信区间 95%。

叶基的烟碱含量与叶中、叶尖均差异显著,但叶中和叶尖差异不显著,叶尖烟碱含量最高,叶基最低。叶中糖碱比与叶尖差异显著,叶基与叶中、叶尖均差异不显著,以叶中糖碱比最高;叶基、叶中和叶尖氮碱比差异均显著,以叶基最高,叶尖最低;叶尖钾氯比与叶中、叶尖差异显著,但叶基与叶中差异不显著,以叶尖最高,叶基最低。

综上可知,3 个类别综合质量整体排序为叶基 < 叶尖 < 叶中。叶基最差,其香气质稍差、香气量稍有、杂气(木质气和青杂气)较显露,刺激性稍大、余味尚净、稍有残留,且烟碱含量最低、氮碱比最高。以叶中综合质量最佳,其感官质量各指标除浓度、劲头和香气量外,其余各指标均得分最高。

2.2 分切点的确定

叶基属于 1 张烟叶的叶基部分,且感官质量相

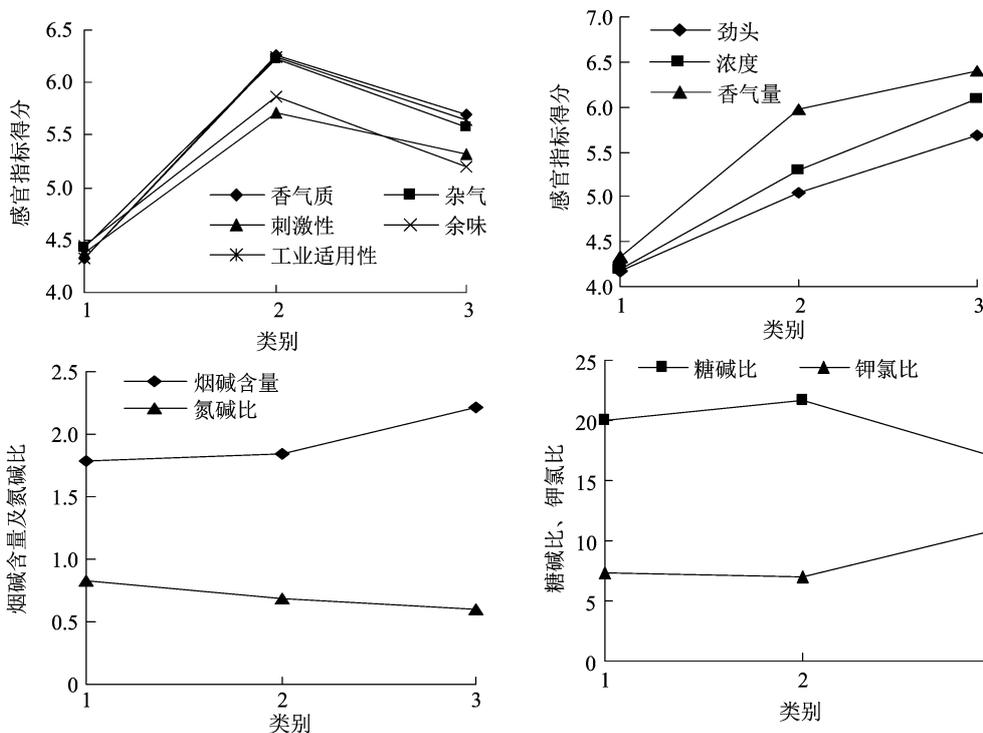


图3 分切段不同类别感官及化检各指标均值分布

对较差, 现将叶基 ($X_1 + X_2 + X_3 + X_4$) 切除, 即切除叶基 20 cm 以验证是否可以提高整片烟叶感官质量。

为进一步验证分切效果, 将 C3F 烟叶分 3 个处理进行切基, 分别为切基 16 cm、切基 20 cm 和切基 24 cm, 并进行感官比较, 结果见表 7: 与对照相比, 切

除不同长度叶基处理的样品整体感官质量均有不同程度提升, 其香气质、香气量、杂气、刺激性和工业可用性有较明显提高, 感官质量总分以切基 20 cm 最高, 切基长度达到极限值 24 cm 时, 其香气量、浓度和劲头稍增大, 余味稍变差, 且烟气细腻程度有降低趋势。综上所述将 C3F 切基长度定为 20 cm。

表 7 不同分切长度烟叶感官质量比较

等级	评价得分								
	香气质	香气量	杂气	浓度	劲头	刺激性	余味	工业适用性	感官总分
对照	6.0	5.5	5.5	5.0	5.0	5.5	6.0	6.0	63.72
切基 16 cm	6.3	6.0	6.0	5.2	5.0	5.7	6.0	6.3	67.17
切基 20 cm	6.5	6.0	6.0	5.3	5.2	5.8	6.2	6.5	68.38
切基 24 cm	6.5	6.2	6.0	5.5	5.5	5.7	5.8	6.3	68.12

2.3 分切的在线应用及效果比对

由表 8 可知, 生产线取样评吸结果与实验室结果趋势一致, 切基后烟叶感官质量整体好于对照样, 尤其是香气质改善、香气量增加, 杂气(木质气)

减轻, 刺激性降低, 工业适用性进一步提升。但生产线切基后烟叶的香气质、杂气等指标较实验室结果稍低, 这与生产线切基精确度受摆放整齐度影响较大有关。

表 8 烟叶在线切基前后感官质量比较

等级	评价得分								
	香气质	香气量	杂气	浓度	劲头	刺激性	余味	工业适用性	感官总分
对照	6.0	5.5	5.5	5.0	5.0	5.5	6.0	6.0	63.72
切基	6.3	6.0	6.0	5.2	5.0	5.8	6.1	6.3	67.52

由表9可知,样品A(上部烟配方模块)加入C3F叶基配打后,劲头、浓度均降低,烟气细腻程度稍增加,上部烟气息减弱,其他感官指标整体持平。

表明叶基的加入对于平衡烟气、降低劲头有较明显效果,实现了 $1+1>2$ 的效果。

表9 叶基在上部烟配方模块使用前后感官质量变化

等级	评价得分								
	香气质	香气量	杂气	浓度	劲头	刺激性	余味	工业适用性	感官总分
样品A	5.0	5.0	5.3	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	57.60
C3F叶基	4.3	4.3	4.5	4.3	4.2	4.5	4.5	4.3	48.67
样品A + C3F叶基	5.0	5.0	5.5	5.2	5.0	5.7	5.5	5.5	58.11

3 结论

翠碧一号C3F烟叶各分切段通过聚类可分为3个类别,即叶基、叶中、叶尖,分切长度比分别为33.33%、40.00%、26.67%。

3个类别中,除浓度、劲头和香气量指标以叶尖最高外,其余各感官指标均以叶中最高,叶基最低;叶基整体质量最差,其香气质稍差、香气量稍有、杂气(木质气和青杂气)较显露,刺激性稍大、余味尚净、稍有残留,且烟碱含量最低、氮碱比最高,可能与其身份较薄、内含物不足有关。叶中综合质量最佳,其感官质量各指标除浓度、劲头和香气量外,其余各指标均得分最高。

通过质量差异分析可确定三明烟叶C3F适宜的分切方式为切除叶基20cm,切后烟叶香气质改善、香气量增加,杂气减轻,刺激性降低,工业适用性进一步提升。且切掉的叶基与其他等级配打,对平衡烟气、降低劲头有较明显效果。

通过分切及配方技术的应用可实现1张烟叶的使用价值最大化,切去叶基剩余的部分整体品质有相对明显的提升,对于满足江苏中烟“南京”品牌对于高香气、高满足感的原料需求有重要意义,同时相对较差的叶基部分通过配打合理使用,实现了细化1张烟叶的价值最大化。

参考文献:

[1]左天觉. 烟草的生产、生理和生物化学[M]. 朱尊权,译. 上海: 远东出版社,1993.

[2]孙建锋. 烤烟叶片不同区位生理特性及理化指标的比较研究[D]. 郑州:河南农业大学,2006.

[3]邱慧慧,史宏志,马永建,等. 浓香型烤烟不同叶点生物碱含量的分布[J]. 中国农学通报,2009,25(19):113-115.

[4]聂荣帮, 聂紫. 烤烟叶片钾含量分布规律研究[J]. 作物研究, 2009,23(3):194-196.

[5]刘超,纪晓楠,陈泽少,等. 烤烟叶片不同区位半挥发性有机酸含量的变化[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版),2019(7):1-6.

[6]殷全玉,许希希,张玉兰,等. 烟叶不同区位常规化学成分差异分析[J]. 湖南文理学院学报(自然科学版),2018,30(1):21-29.

[7]郑宏斌,刘江波,杜阅光,等. 浓香型烟叶分切不同段位质量变化研究[J]. 湖北农业科学,2014,53(16):3824-3827.

[8]孙承顺,李建林,程新宇,等. 把叶分离工艺在打叶复烤中的应用[J]. 中国烟草科学,2007,28(2):14-16.

[9]王晓耕,江家洪,冉宁,等. 烟叶分切工艺在打叶复烤生产中的应用[J]. 烟草科技,2005(2):3-4.

[10]陈伟,张峻松,杨永锋,等. 一种以石油醚提取物含量为评价指标的浓香型烟叶的分切方法:CN103689783A[P]. 2014-04-02.

[11]刘江波,杜阅光,武广鹏,等. 基于烟叶分级标准的烟叶分切方法:CN102279246A[P]. 2014-11-12.

[12]杨晨龙,汤建国,袁大林,等. 基于近红外光谱的烟叶纵向分切方法[J]. 光谱实验室,2013,30(4):1936-1941.

[13]胡巍耀,徐安传,李俊谷,等. 一种烟叶分切的判定方法:CN102279246A[P]. 2011-12-14.

[14]曾晓鹰,齐逢春,何邦华,等. 一种烟叶分段打叶复烤的分切方法:CN102640983A[P]. 2012-08-22.

[15]国家烟草专卖局. 烟草及烟草制品 水溶性糖的测定 连续流动(硫氰酸钾)法:YC/T 159—2002[S]. 北京:中国标准出版社,2002.

[16]国家烟草专卖局. 烟草及烟草制品 总植物碱的测定 连续流动(硫氰酸钾)法:YC/T 468—2013[S]. 北京:中国标准出版社,2002.

[17]国家烟草专卖局. 烟草及烟草制品 总氮的测定 连续流动法:YC/T 161—2002[S]. 北京:中国标准出版社,2002.

[18]国家烟草专卖局. 烟草及烟草制品 氯的测定 连续流动法:YC/T 162—2011[S]. 北京:中国标准出版社,2011.

[19]国家烟草专卖局. 烟草及烟草制品 钾的测定 连续流动法:YC/T 217—2007[S]. 北京:中国标准出版社,2007.

[20]国家烟草专卖局. 烟草及烟草制品 调节和测试的大气环境:GB/T 16447—2004[S]. 北京:中国标准出版社,2004.

[21]丁元芳,高凤丽. Fisher最优分割法在星星哨水库汛期分期划分中的应用[J]. 吉林水利,2006(11):4-6.