

赣州烟叶主要化学成分最优适宜范围研究

许威¹, 宋纪真², 谌剑¹, 杨庆根¹, 陈艳¹, 丁德胜¹, 张仕祥², 薛超群², 肖先仪¹, 廖敏^{1*}

(1. 赣州市烟草公司, 江西赣州 341000; 2. 中国烟草总公司郑州烟草研究院, 河南郑州 450000)

摘要 [目的]研究赣州烟叶主要化学成分适宜范围, 为指导烟叶栽培及采收烘烤提供理论基础。[方法]利用 2020 年赣州 8 个产烟县 79 个 C3F 和 B2F 烟叶样品的各主要化学成分分析结果及各感官质量评价指标、可用于卷烟类型评吸结果数据, 建立相关分析, 采用隶属度函数评价法, 使化学成分与各评吸质量指标间的相关系数达到最大化, 采用加权法和法得到综合评价值。[结果]综合赣州烟叶 C3F 和 B2F 最优适宜范围为植物碱 2.23%~3.20%、总氮 1.70%~2.30%、还原糖 19.20%~27.50%、总糖 20.00%~30.00%、钾 $\geq$ 2.40%、氯 0.16%~0.60%、淀粉 2.50%~5.63%、糖碱比 4.30~14.00、钾氯比 $\geq$ 12.00、氮碱比 0.48~0.82、二糖比 0.88~0.96。K326 品种感官评吸质量明显优于云烟 87。赣州烟叶可用性由总糖、钾、氮碱比、二糖比、氯、糖碱比、总氮、淀粉、还原糖、植物碱 10 个主要化学成分决定。赣州烟叶存在部分淀粉、糖碱比、氯、氮碱比、二糖比偏高, 钾、钾氯比偏低。[结论]赣州烟叶主要化学最优适宜范围基本在云南优质烟叶主要化学成分适宜范围内。针对 2020 年赣州烟叶主要化学成分存在的问题, 在烟叶生产上要重点增钾、减氯、控碱, 防止烤后烟叶成熟度不够或过熟, 通过栽培和采收烘烤调控好烟叶总糖、氮碱比、糖碱比、二糖比等在最优适宜范围内, 提倡栽种 K326 品种。

关键词 烤烟; 化学成分适宜范围; 感官质量及可用性评价指标; 赣州

中图分类号 TS41⁺1 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2023)02-0199-07

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2023.02.050

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Study on Optimum and Suitable Range of Main Chemical Components in Ganzhou Tobacco

XU Wei¹, SONG Ji-zhen², SHEN Jian¹ et al (1. Ganzhou Tobacco Company, Ganzhou, Jiangxi 341000; 2. Zhengzhou Tobacco Research Institute, CNTC, Zhengzhou, Henan 450000)

Abstract [Objective] To study the suitable range of main chemical components in Ganzhou tobacco leaf, and to provide theoretical basis for guiding tobacco leaf cultivation and harvesting and baking. [Method] Based on the analysis results of the main chemical components of 79 C3F and B2F tobacco leaf samples from 8 tobacco producing counties in Ganzhou in 2020, as well as the sensory quality evaluation indexes, and the data of cigarette type smoking evaluation results, the correlation analysis was established. The membership function evaluation method was used to maximize the correlation coefficient between the chemical components and each smoking quality index, and the weighted sum method was used to obtain the comprehensive evaluation value. [Result] The optimal range of C3F and B2F in Ganzhou tobacco leaves was 2.23%–3.20% of plant alkali, 1.70%–2.30% of total nitrogen, 19.20%–27.50% of reducing sugar, 20.00%–30.00% of total sugar, $\geq$ 2.40% of potassium, 0.16%–0.60% of chlorine, 2.50%–5.63% of starch, 4.30%–14.00% of sugar-alkali ratio, $\geq$ 12.00% of potassium-chlorine ratio, 0.48–0.82 of nitrogen-alkali ratio and 0.88–0.96 of disaccharide ratio. The sensory evaluation quality of K326 was significantly better than that of Yunyan 87. The availability of Ganzhou tobacco leaves was determined by 10 main chemical components, namely, total sugar, potassium, nitrogen-alkali ratio, disaccharide ratio, chlorine, sugar-alkali ratio, total nitrogen, starch, reducing sugar and vegetable alkali. Ganzhou tobacco leaves had higher starch, sugar alkali ratio, chlorine, nitrogen alkali ratio, disaccharide ratio, and lower potassium, potassium chloride ratio. [Conclusion] The optimum chemical composition range of Ganzhou tobacco leaves was basically within the optimum chemical composition range of Yunnan high-quality tobacco leaves. In view of the problems existing in the main chemical components of Ganzhou tobacco leaves in 2020, emphasis should be placed on increasing potassium, reducing chlorine and controlling alkali in tobacco leaf production to prevent insufficient or over-ripe tobacco leaves after curing. Total sugar, nitrogen base ratio, sugar base ratio and dissugar ratio of tobacco leaves should be controlled within the optimal and suitable range through cultivation and harvesting and baking, and K326 variety should be advocated.

Key words Flue-cured tobacco; Suitable range of chemical components; Sensory quality and availability evaluation index; Ganzhou

目前, 感官评吸仍然是评价烟叶及卷烟产品品质的主要方法, 烟叶的评吸评价指标主要有香气质、香气量、杂气、余味、刺激性、劲头和烟气浓度等^[1]。化学特性是指烟叶化学成分的适宜性和协调性, 即化学品质^[1], 而烟叶的化学成分是鉴定烟叶品质的重要指标^[2], 其含量决定烟叶的工业可用性^[3-4]。因此, 烟叶化学成分是工业企业在选用烟叶原料时必须考虑的一项品质因素。近年来, 有许多关于我国一些产烟省区烤烟化学特性的研究报道^[2-11], 这些研究主要针对化学成分可用性评价指标, 对于烟叶主要化学成分与评吸质量评价指标研究报道较少, 且这些研究中化学成分可用性评价

指标大多数是根据国际型烟叶化学成分质量指标确定, 与中式卷烟可用性评价相关性不强, 难以用烟叶化学成分来衡量中式卷烟烟叶工业可用性。为此, 该研究利用 2020 年赣州烤烟主要化学成分各项指标、初烤烟叶各项感官质量评吸结果相关分析, 构建赣州烟叶主要化学成分感官质量评价指标, 寻求赣州烤烟主要化学成分适宜指标。

1 材料与方法

1.1 资料来源 该研究所用的烟叶样品为赣州 8 个产烟县 2020 年样品, 其品种为云烟 87 和 K326, C3F 烟叶样品有 39 个, B2F 样品有 40 个, 初烤烟感官评吸结果是郑州烟草研究院组织人员评吸, 其评吸人员主要从调拨赣州烟叶的工业企业评吸专家组成。

1.2 研究方法 该研究牵涉的烟叶主要化学成分最优适宜范围、感官质量评价指标、权重等的确定, 都在建立各感官评吸指标与主要化学成分采用数据归一化处理的基础上, 利用 Excel 对各烟叶主要化学成分隶属度与各感官质量评吸结果

基金项目 江西省烟草专卖局(公司)科技项目“提高赣州烟叶工业可用性研究”(201936070197020)。

作者简介 许威(1963—), 男, 江西赣州人, 高级农艺师, 从事烟叶栽培、烘烤、烟叶收购、技术研究等工作。* 通信作者, 助理农艺师, 硕士, 从事烟叶栽培、烘烤等工作。

收稿日期 2022-03-16; **修回日期** 2022-06-30

构建相关系数计算公式,采用逐步回归的方法添加各主要化学成分指标隶属度,看相关系数是否增大,若增大则保留,若减小则删除某一项,最终留下的则是烟叶主要化学成分感官质量评吸评价指标^[12-14]。

1.2.1 数据转换。在评吸结果中,有各烟叶样品可用于卷烟类型的描述性文字,为了与各主要化学成分间建立相关性分析,把描述性文字转化为数据,各烟叶样品可用于卷烟类型转换前为一类,介于一、二类,二类,介于二、三类,三类,转换后分别为 5、4、3、2、1。

1.2.2 各评吸指标数据归一化。把香气质、香气量、刺激性、杂气、余味除以最高分值 7.5 分(10 分制),转换成 ≤ 1 的隶属度,由于浓度与劲头并不是越大越好,采用类似均值最优法,即大于某一数值或小于某一数值其得分都会减小,该研究采用调整均值使化学成分与卷烟可用性之间的相关系数达到最大时作为浓度和劲头的最优值,例如,劲头或浓度得分为 5 时,劲头或浓度与烟叶可用性之间相关系数达到最大,则 5 为劲头或浓度最优值。

1.2.2.1 浓度与劲头得分最优值转化隶属度。其转化公式为:

$$\mu_{ij} = 5 / [5 + \text{ABS}(5 - X_i)] \quad (1)$$

式中, μ_{ij} 为浓度或劲头的隶属度, X_i 为对应样品浓度或劲头的得分,ABS 为绝对值,5 则代表浓度或劲头的最优值。

1.2.2.2 各烟叶样品的主要化学成分与各感官质量评价指标和可用于烟叶卷烟类型的相关性分析。在各主要化学成分采用隶属函数归一化处理数据基础上,利用相关系数计算公式,建立各样品烟叶化学成分隶属度与感官评吸指标和可用于烟叶卷烟类型的相关系数计算公式,例如,CORREL(\$A\$2:\$A\$41,B2:B41),A 列表示香气量,B 列表示植物碱隶属度,其余按照此方法建立相关性。

1.2.2.3 各主要化学成分指标、隶属度函数、权重等的优化及筛选。

(1)隶属度函数及拐点值的确定方法。根据相关参考文献^[9,15]确定主要化学成分隶属度函数的选择及函数拐点值的初步确定,根据隶属度函数及函数拐点计算各样品主要化学成分的隶属度,在此基础上,根据所建立的主要化学成分指标隶属度与感官质量评吸评价指标和可用于卷烟类型的相关系数计算公式,首先优化主要化学成分评价函数,改变评价函数,看相关系数是否会增大,若增大,则表明原来评价函数有问题,选择能够增大相关系数的函数作为评价函数;其次对各函数拐点值的优化,先确定最优上限、下限值,通过对最优上限、下限值的增大或减小,看感官质量评价指标及可用于卷烟类型的相关系数是否会增大或减小,直到继续增大或减小其相关系数都会降低时,其值则为最优上限、下限值,再用同样的办法获得上限、下限拐点值。

(2)主要化学成分评价指标的选择方法。一般烟叶化学成分综合评价选择总糖、还原糖、总氮、烟碱、钾、氯、糖碱比、氮碱比和钾氯比 9 个指标,也有的选择植物碱、糖碱比、氮碱比、两糖差、氯、钾氯比 6 个指标^[5,15]。该研究采取隶属度归一化数据后,从烟碱(X_1)、总氮(X_2)、还原糖(X_3)、总糖

(X_4)、钾(X_5)、氯(X_6)、淀粉(X_7)、糖碱比(X_8)、钾氯比(X_9)、氮碱比(X_{10})和二糖比(X_{11})11 个指标中选取,采用逐步回归的方法填加各指标隶属度,看与感官质量和可用于卷烟类型评价指标相关系数是否增大,若增大则保留,若减小则删除某一项,最终留下的则是化学成分各感官质量及可用性评价指标。

(3)各指标权重系数的确定方法。不同化学成分评价指标各自具有相对重要性,应对其赋予不同的权重,一般采取主成分分析法的较多,也有采用专家咨询方法或层次分析法^[16]。该研究应用标准差法初步确定各指标权重系数,再调整各指标权重系数,看各感官质量及可用于卷烟类型的综合评价指数(CUI)相关系数是否会增大或减小,直到继续增大或减小其相关系数都会降低,则其权重基本确定,再使权重满足 $\sum W_{ij} = 1$,重新调整各指标权重,再使权重满足 $\sum W_{ij} = 1$ 为止,使化学成分的综合评价指数(CUI)达到最大,则各指标权重确定。

(4)品种间的调整系数确定方法。该研究中包含 K326 和云烟 87 共 2 个品种,由于品种间的不同,亦会影响化学成分综合评价指数(CUI)的大小,在建立化学成分综合评价指数(CUI)的基础上,在不同品种上乘以 1 个系数,看综合评价指数(CUI)是否会增大或减小,直到继续增大或减小其相关系数都会降低时为止,其系数即为品种调整系数 B 值,例如,C3F 样品采用 LOOKUP(FIND(E2,"K326;云烟 87"),{1,1.26;3,1})公式,E2 列代表各样品品种种类,1.26 代表 K326 品种与云烟 87 品种间的调整系数。

1.2.3 隶属度函数的建立和隶属度计算。为使数据在相同条件下进行,运用模糊数学理论中的隶属度函数计算各化学成分指标的隶属度并进行量纲归一化处理,使各指标的原始数据转换为 0.1~1.0 的数据。采用的函数模型包括中间型梯形或抛物线隶属函数(公式 2)、升梯形隶属函数(公式 3)、降梯形隶属函数(公式 4)。

$$\mu(x) = \begin{cases} 0.1 & 0 \leq x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a} & a < x < b \\ 1.0 & b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c} & c < x < d \\ 0.1 & x \geq d \end{cases} \quad (2)$$

$$\mu(x) = \begin{cases} 1.0 & x \leq a \\ \frac{b-x}{b-a} & a < x < b \\ 0.1 & x \geq b \end{cases} \quad (3)$$

$$\mu(x) = \begin{cases} 0.1 & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a} & a < x < b \\ 1.0 & x \geq b \end{cases} \quad (4)$$

式中(2)、(3)、(4)中 a 、 b 、 c 、 d 分别代表各化学指标的下限、最优下限、最优上限、上限, x 代表实际值。

1.2.4 综合评价方法。利用加权和法即可求得综合评价值,

根据综合评价值的排序,即可评价出各待评对象的优劣。设有 N 个化学成分指标,每个感官质量中包含 M 个评价因子,则第 i 个感官质量的评价指数可表示为^[4]:

$$CUI=100\sum_{j=1}^N\mu(x)_{ij}\times W_{ij}\times B$$

(5)

式中, $\mu(x)_{ij}$ 、 W_{ij} 、 B 分别表示第 i 个样本第 j 个指标的隶属度、权重系数和品种调整系数。其中 $0.1\leq\mu(x)_{ij}\leq 1.0$; $0<W_{ij}\leq 1$,且满足 $\sum W_{ij}=1$ 。

2 结果与分析

2.1 赣州产区烟叶评吸质量指标得分与主要化学成分

2.1.1 赣州产区烟叶评吸质量指标得分及烟叶可用性。由表 1~2 可知,按 10 分制评分法,2020 年 C3F 烟叶感官质量得分 6.0~6.5,属于中等偏上水平。可用性按大于 4.5 为一类

烟,3.5~4.5 为介于一、二类烟,2.5~<3.5 为二类烟,1.5~<2.5 为介于二、三类烟,低于 1.5 为三类烟。则 C3F 烟叶石城可用于一类烟;安远、瑞金、会昌、宁都为介于一、二类烟,兴国、赣县、信丰为二类烟,C3F 烟叶可用性总体为介于一、二类烟。B2F 烟叶会昌、兴国、信丰、石城、瑞金为二类烟,宁都、赣县、安远为介于二、三类烟,B2F 烟叶可用性总体为介于二、三类烟。

2.1.2 赣州产区烟叶主要化学成分状况。由表 3~4 可知,赣州产区烟叶植物碱、总氮、还原糖、总糖、钾、氯、淀粉、糖碱比、钾氯比、氮碱比和二糖比共 11 个主要化学成分指标中,除赣县、兴国烟叶植物碱偏高外,其他指标总体符合优质烟叶的要求指标^[15],化学成分总体较为协调。

表 1 赣州产区 C3F 评吸质量得分及烟叶可用性

Table 1 Cigarette smoking quality score and tobacco leaf availability of C3F in Ganzhou production area

产烟县 Tobacco producing county	香气质 Aroma quality	香气量 Aroma quantity	杂气 Offensive odor	刺激性 Thrill	余味 Aftertaste	浓度 Concentration	劲头 Vigour	可用性 Availability
石城 Shicheng	6.37	6.16	6.54	6.33	6.61	4.61	4.39	4.57
会昌 Huichang	6.36	6.10	6.33	6.11	6.13	4.71	4.50	3.86
安远 Anyuan	6.37	6.23	6.16	6.23	6.19	4.76	4.41	4.00
兴国 Xingguo	6.15	6.10	6.10	6.08	5.98	4.82	4.53	3.00
瑞金 Ruijin	6.30	6.25	6.30	6.25	6.30	4.90	4.50	4.00
信丰 Xinfeng	6.23	6.27	6.13	6.13	6.17	4.75	4.53	3.17
宁都 Ningdu	6.35	6.33	6.28	6.08	6.20	4.85	4.48	3.50
赣县 Ganxian	6.30	6.50	6.20	6.00	6.00	5.00	4.80	3.00
均值 Mean	6.30	6.24	6.26	6.15	6.20	4.80	4.52	3.64

表 2 赣州产区 B2F 评吸质量得分及烟叶可用性

Table 2 Cigarette smoking quality score and tobacco leaf availability of B2F in Ganzhou production area

产烟县 Tobacco producing county	香气质 Aroma quality	香气量 Aroma quantity	杂气 Offensive odor	刺激性 Thrill	余味 Aftertaste	浓度 Concentration	劲头 Vigour	可用性 Availability
石城 Shicheng	6.74	6.89	6.65	6.56	6.58	6.90	6.78	2.63
会昌 Huichang	6.71	6.79	6.66	6.56	6.70	6.83	6.63	3.14
安远 Anyuan	6.40	6.58	6.45	6.47	6.47	6.77	6.45	1.80
兴国 Xingguo	6.67	6.63	6.60	6.67	6.63	6.70	6.55	2.83
瑞金 Ruijin	6.55	6.60	6.50	6.50	6.50	6.90	6.60	2.50
信丰 Xinfeng	6.70	6.58	6.58	6.58	6.60	6.58	6.43	2.67
宁都 Ningdu	6.63	6.45	6.48	6.53	6.43	6.65	6.38	2.00
赣县 Ganxian	6.50	6.40	6.30	6.60	6.50	6.80	6.40	2.00
均值 Mean	6.61	6.62	6.53	6.56	6.55	6.77	6.53	2.45

表 3 赣州产区 C3F 主要化学成分状况

Table 3 Main chemical composition of C3F in Ganzhou production area

产烟县 Tobacco producing county	样品数 Sample number	品种 Variety	植物碱 Plant alkaloid %	总氮 TN %	还原糖 Reducing sugar %	总糖 Total sugar %	钾 Potas- sium//%	氯 Chlorine %	淀粉 Starch %	糖碱比 Sugar- alkali ratio	钾氯比 Potassium- chlorine ratio	氮碱比 Nitrogen- alkali ratio	二糖比 Disaccharide ratio
石城 Shicheng	7	K326	2.40	1.69	26.7	29.0	3.02	0.39	4.01	11.13	7.74	0.70	0.92
会昌 Huichang	7	云烟 87	2.19	1.84	25.1	28.3	2.85	0.35	4.90	11.46	8.14	0.84	0.89
安远 Anyuan	5	云烟 87	2.16	1.80	26.3	27.7	2.64	0.66	5.80	12.18	4.00	0.83	0.95
兴国 Xingguo	6	云烟 87	2.93	1.81	26.4	28.9	2.51	0.29	4.47	9.01	8.66	0.62	0.91
瑞金 Ruijin	2	云烟 87	2.36	1.82	26.4	28.4	2.53	0.33	4.48	11.19	7.67	0.77	0.93
信丰 Xinfeng	6	云烟 87	2.64	1.89	24.9	28.9	2.26	0.34	5.31	9.43	6.65	0.72	0.86
宁都 Ningdu	4	云烟 87	2.23	1.86	27.6	29.3	3.08	0.46	3.89	12.38	6.70	0.83	0.94
赣县 Ganxian	1	云烟 87	3.11	1.76	26.8	29.6	2.60	0.53	4.46	8.62	4.91	0.57	0.91

表 4 赣州产区 B2F 主要化学成分状况

Table 4 Main chemical composition of B2F in Ganzhou production area

产烟县 Tobacco producing county	样品数 Sample number	品种 Variety	植物碱 Plant alkaloid %	总氮 TN %	还原糖 Reducing sugar %	总糖 Total sugar %	钾 Potas- sium// %	氯 Chlorine %	淀粉 Starch %	糖碱比 Sugar- alkali ratio	钾氯比 Potassium- chlorine ratio	氮碱比 Nitrogen- alkali ratio	二糖比 Disaccharide ratio
石城 Shicheng	8	K326	3.28	1.99	21.8	23.1	2.47	0.45	4.24	6.64	5.49	0.61	0.94
会昌 Huichang	7	云烟 87	2.73	1.91	22.6	24.8	2.55	0.43	4.88	8.28	5.93	0.70	0.91
安远 Anyuan	5	云烟 87	2.69	2.24	19.9	21.2	2.33	0.5	4.12	7.39	4.66	0.83	0.94
兴国 Xingguo	6	云烟 87	4.33	2.18	19.8	21.6	2.25	0.4	2.96	4.57	5.62	0.50	0.92
瑞金 Ruijin	2	云烟 87	3.39	2.18	19.9	21.5	2.35	0.31	3.53	5.87	7.58	0.64	0.93
信丰 Xinfeng	6	云烟 87	3.37	2.21	19.9	22.1	2.35	0.42	3.87	5.90	5.60	0.66	0.90
宁都 Ningdu	4	云烟 87	2.91	1.99	24.3	25.9	2.65	0.41	4.15	8.35	6.46	0.68	0.94
赣县 Ganxian	1	云烟 87	3.65	1.99	23.7	26.2	2.26	0.66	4.37	6.49	3.42	0.54	0.90

2.2 赣州烟叶产区主要化学成分对感官评吸质量的影响及品种调整系数的确定 综合表 5~6, C3F、B2F 主要化学成分评吸质量评价指标权重大于 0.5 为感官质量评价指标影响因素, 其各个主要化学成分对评吸质量影响因子有: ①植物碱, 余味(0.103)、可用性(0.069)、刺激性(0.064) 3 个评吸质量; ②总氮, 香气质(0.335)、杂气(0.326)、浓度(0.315)、劲头(0.140)、可用性(0.112)、刺激性(0.081)、余味(0.052) 7 个评吸质量; ③还原糖, 香气量(0.312)、劲头(0.295)、浓度(0.257)、刺激性(0.150)、余味(0.122)、可用性(0.076) 6 个评吸质量; ④总糖, 杂气(0.544)、余味(0.376)、香气量(0.322)、香气质(0.271)、可用性(0.252)、刺激性(0.208) 6 个评吸质量; ⑤钾, 香气量(0.378)、余味(0.334)、浓度(0.308)、杂气(0.272)、刺激性(0.219)、可用性(0.187)、劲头(0.116)、香气质(0.057) 8 个评吸质量; ⑥氯, 浓度(0.155)、可用性(0.118)、劲头(0.104)、刺激性(0.064)、余味(0.050) 5 个评吸质量; ⑦淀粉, 香气质(0.364)、香气量(0.212)、浓度(0.135)、劲头(0.127)、杂气(0.093)、可用性(0.087)、余味(0.054) 7 个评吸质量; ⑧糖碱比, 劲头(0.227)、香气质(0.144)、香气量(0.138)、可用性(0.117)、杂气(0.114)、余味(0.095)、浓度

(0.070) 7 个评吸质量; ⑨钾氯比, 余味(0.296)、刺激性(0.229)、杂气(0.213)、浓度(0.086) 4 个评吸质量; ⑩氮碱比, 劲头(0.237)、可用性(0.187)、浓度(0.165)、香气量(0.146)、香气质(0.115)、刺激性(0.092) 6 个评吸质量; ⑪二糖比, 浓度(0.183)、可用性(0.126)、劲头(0.121)、余味(0.064) 4 个评吸质量; ⑫烟叶可用性, 总糖(0.252)、钾(0.197)、氮碱比(0.187)、二糖比(0.126)、氯(0.118)、糖碱比(0.117)、总氮(0.112)、淀粉(0.087)、还原糖(0.076)、植物碱(0.069) 10 个评吸质量。

从各感官质量评价指标与主要化学成分间的相关系数来看, 相关系数在 0.581~0.856, 达到中度相关到高度相关。

从影响评吸质量指标数量来看, 影响因素越多的主要化学成分其重要性越大, 排序为钾含量(8)、总氮(7)、淀粉(7)、糖碱比(7)、总糖(6)、还原糖(6)、氮碱比(6)、氯(5)、钾氯比(4)、二糖比(4)、植物碱(3)。

从品种间调整系数 *B* 值大小(表 5~6)来看, K326 品种 C3F 烟叶明显优于云烟 87 品种, 尤其是对改善余味、提高烟叶可用上作用较大, B2F 烟叶除可用性有所下降外, 其他指标都有所上升, 但劲头明显偏大。

表 5 赣州烟区 C3F 烟叶主要化学成分与评吸质量评价指标的权重、相关系数(*r*)及品种调整系数(*B*)

Table 5 Weight, correlation coefficient (*r*) and variety adjustment coefficient (*B*) of main chemical components of C3F tobacco leaves in Ganzhou tobacco area and smoking quality evaluation indexes

化学成分 Chemical component	香气质 Aroma quality	香气量 Aroma quantity	杂气 Offensive odor	余味 Aftertaste	刺激性 Thrill	浓度 Conce- ntration	劲头 Vigour	可用性 Availability
植物碱 Plant alkaloid				0.103	0.064			
总氮 TN	0.335		0.326	0.052	0.081	0.315	0.140	0.112
还原糖 Reducing sugar		0.312					0.207	0.076
总糖 Total sugar	0.271	0.332	0.127	0.033	0.309	0.020	0.045	0.119
钾 Potassium	0.057		0.034	0.285	0.112	0.098	0.108	0.197
氯 Chlorine	0.034		0.045	0.050	0.064			0.098
淀粉 Starch		0.210	0.093	0.054	0.021	0.135	0.127	0.087
糖碱比 Sugar-alkali ratio	0.144		0.114	0.095	0.027		0.227	0.117
钾氯比 Potassium-chlorine ratio	0.043		0.213	0.296	0.229	0.086		
氮碱比 Nitrogen-alkali ratio	0.115	0.146	0.048	0.031	0.092	0.165	0.084	0.076
二糖比 Disaccharide ratio						0.183	0.063	0.117
<i>r</i>	0.817	0.578	0.756	0.767	0.771	0.629	0.746	0.657
<i>r</i> × <i>B</i>	0.822	0.581	0.856	0.823	0.776	0.682	0.763	0.704
<i>B</i>	1.045	0.950	1.130	1.450	1.032	0.865	1.130	1.190

表 6 贛州烟区 B2F 烟叶主要化学成分与评吸质量评价指标的权重、相关系数(*r*) 及品种调整系数(*B*)

Table 6 Weight, correlation coefficient (*r*) and variety adjustment coefficient (*B*) of main chemical components of B2F tobacco leaves in Ganzhou tobacco area and smoking quality evaluation indexes

化学成分 Chemical component	香气质 Aroma quality	香气量 Aroma quantity	杂气 Offensive odor	余味 Aftertaste	刺激性 Thrill	浓度 Conce- ntration	劲头 Vigour	可用性 Availability
植物碱 Plant alkaloid								0.069
总氮 TN		0.021		0.048	0.282	0.083	0.069	
还原糖 Reducing sugar	0.042	0.078	0.031	0.122	0.150	0.257	0.295	
总糖 Total sugar	0.374	0.059	0.544	0.376	0.208		0.035	0.252
钾 Potassium	0.044	0.378	0.272	0.334	0.219	0.308	0.116	0.187
氯 Chlorine	0.054	0.024	0.047	0.019	0.044	0.155	0.104	0.118
淀粉 Starch	0.364	0.212				0.051	0.023	0.061
糖碱比 Sugar-alkali ratio		0.138		0.027	0.036	0.070		
钾氯比 Potassium-chlorine ratio			0.031					
氮碱比 Nitrogen-alkali ratio	0.100	0.050	0.043	0.011	0.024		0.237	0.187
二糖比 Disaccharide ratio	0.023	0.039	0.031	0.064	0.040	0.076	0.121	0.126
<i>r</i>	0.763	0.579	0.663	0.637	0.700	0.654	0.625	0.753
<i>r</i> × <i>B</i>	0.809	0.713	0.692	0.641	0.703	0.676	0.734	0.754
<i>B</i>	1.050	1.635	1.045	1.016	1.010	1.046	1.850	0.980

2.3 贛州烟区各化学成分指标均值与最优值比较 表 7~8 中各指标的化学成分最优值是根据化学成分隶属度与各质量指标得分建立相关性分析,使二者之间达到相关系数最大时确定最优值,综合最优值按照各主要化学成分最优值范围表示。

由表 7 可知 C3F 烟叶各项质量指标的主要化学成分最优值,由于浓度、劲头与烟叶可用性存在负相关性,分析最优值时把浓度、劲头最优值剔除在外,同时,把各化学成分与评吸质量相关指标的最低与最高值作为最优值范围,则植物碱最优值在 2.23%~2.80%,均值在最优值区间内,属适宜;总氮最优值在 1.74%~1.81%,均值为 1.81%,属适宜;还原糖最优

值在 24.00%~27.50%,均值为 26.11%,在最优值范围内,属适宜;总糖最优值在 26.00%~30.00%,均值为 28.65%,属适宜状态;钾含量最优值在≥2.60%,均值为 2.70%,属于略偏高水平;氯含量最优值在 0.16%~0.40%,均值为 0.41%,属于偏高状态;淀粉最优值在 2.50%~5.63%,均值为 4.77%,属于适宜状态;糖碱比在 9.04~14.00,均值在 11.12,在适宜范围内;钾氯比最优值在≥13.50,均值为 8.14,属于偏低状态;氮碱比在 0.60~0.82,均值为 0.77,属于适宜状态;二糖比最优值为≥0.88,均值为 0.91,属于适宜状态。从以上分析可知,氯略偏高,钾氯比偏低外,其余在适宜范围内。

表 7 贛州烟区 C3F 各化学成分指标均值与最优值比较

Table 7 Comparison between mean value and optimal value of C3F chemical composition indexes in Ganzhou tobacco area

化学成分 Chemical component	均值 Mean	最优值 Optimal value								综合 Synthesis
		香气质 Aroma quality	香气量 Aroma quantity	杂气 Offensive odor	余味 Aftertaste	刺激性 Thrill	浓度 Conce- ntration	劲头 Vigour	可用性 Availability	
植物碱 Plant alkaloid//%	2.44				2.23~2.80	2.38~2.80				2.23~2.80
总氮 TN//%	1.81	1.74~1.80		≤1.80	≤1.81	1.69~1.86	≥2.20	≥2.20	≤1.81	1.74~1.81
还原糖 Reducing sugar//%	26.11		25.20~28.40					24.50~27.20	24.00~27.50	24.00~27.50
总糖 Total sugar//%	28.65	30.70	30.70	30.70	≥29.00	≥27.00	≤26.20	≤26.20	26.00~30.00	26.00~30.00
钾 Potassium//%	2.70	≥2.60		≥3.00	≥3.15	≥3.15	≤2.65	≤2.65	≥3.60	≥2.60
氯 Chlorine//%	0.41	0.16~0.33		0.16~0.33	0.16~0.37	≥0.68			0.16~0.40	0.16~0.40
淀粉 Starch//%	4.77		≤5.63	≤2.92	≤2.92	≥2.50	≤5.50	≤5.50	≤5.60	2.50~5.63
糖碱比 Sugar-alkali ratio	11.12	9.04~14.00		9.04~14.00	9.60~11.00	9.60~11.00		≤6.80	10.00~11.00	9.04~14.00
钾氯比 Potassium-chlorine ratio	8.14	≥13.50		≥20.50	≥19.50	≥19.50	≥13.50			≥13.50
氮碱比 Nitrogen-alkali ratio	0.77	0.61~0.70	0.61~0.70	0.61~0.70	0.61~0.70	0.61~0.82	≤0.71	≤0.71	0.60~0.82	0.60~0.82
二糖比 Disaccharide ratio	0.91						≥0.94	≥0.94	≥0.88	≥0.88

施钾肥,减少氯肥,提高烟叶成熟度,以及科学打顶和烘烤等手段,达到使烟叶钾、氯含量、淀粉含量、钾氯比、氮碱比以及糖碱比在适宜范围内。

由表 10 可知,B2F 烟叶隶属度平均值排序为钾氯比(0.97)、总糖(0.96)、总氮(0.95)、淀粉(0.95)、还原糖

(0.89)、氮碱比(0.84)、钾(0.77)、氯(0.77)、糖碱比(0.54)、二糖比(0.48)、植物碱(0.27)。在烟叶生产上要重点增钾、减氯、控碱,防止烤后烟叶成熟度不够或过熟,通过栽培和采收烘烤调控好烟叶总糖、还原糖含量。

表 10 赣州 B2F 烟叶主要化学成分与各质量指标的隶属度比较

Table 10 Comparison of subordination between main chemical components and quality indexes of B2F tobacco leaves in Ganzhou							
化学成分 Chemical component	香气质 Aroma quality	香气量 Aroma quantity	杂气 Offensive odor	余味 Aftertaste	刺激性 Thrill	可用性 Availability	平均值 Mean
植物碱 Plant alkaloid						0.27	0.27
总氮 TN		0.93		0.91	1.00		0.95
还原糖 Reducing sugar	0.87	0.92	0.90	0.93	0.85		0.89
总糖 Total sugar	0.96	0.96	0.97	0.96	0.97	0.93	0.96
钾 Potassium	0.53	0.88	0.89	0.98	0.94	0.42	0.77
氯 Chlorine	0.84	0.80	0.76	0.86	0.70	0.68	0.77
淀粉 Starch	1.00	1.00				0.86	0.95
糖碱比 Sugar-alkali ratio		0.78		0.42	0.43		0.54
钾氯比 Potassium-chlorine ratio			0.97				0.97
氮碱比 Nitrogen-alkali ratio	0.84	0.87	0.85	0.89	0.77	0.84	0.84
二糖比 Disaccharide ratio	0.47	0.27	0.25	0.56	0.81	0.50	0.48

3 结论与讨论

根据赣州 8 个产烟县 2020 年 79 个样品的主要化学成分数据与烟叶评吸质量指标数据,通过采用隶属函数归一化主要化学成分指标隶属度对应感官评吸质量指标建立相关系数公式,通过调整隶属函数和拐点值,使二者相关系数达到最大,建立了赣州烟区主要化学成分评吸质量评价指标、各指标的最优值、品种间各部位调整系数,得出以下结论:

(1)赣州 C3F 烟叶可用性总体可用于一、二类卷烟配方,B2F 烟叶可用性总体可用于二、三类卷烟配方。

(2)赣州烟叶主要化学成分最优值分别为 C3F 烟叶植物碱 2.23%~2.80%、总氮 1.74%~1.81%、还原糖 24.00%~27.50%、总糖 26.00%~30.00%、钾≥2.60%、氯 0.16%~0.40%、淀粉 2.50%~5.63%、糖碱比 9.04~14.00、钾氯比≥13.50、氮碱比 0.60~0.82、二糖比≥0.88;B2F 烟叶植物碱 2.90%~3.20%、总氮 1.70%~2.30%、还原糖 19.20%~25.30%、总糖 20.00%~25.50%、钾 2.40%~2.63%、氯 0.29%~0.60%、淀粉 2.50%~5.50%、糖碱比 4.30~7.63、钾氯比≥12.00、氮碱比 0.48~0.66、二糖比 0.88~0.92。C3F、B2F 烟叶主要化学成分最优值大多都在云南优质烟叶主要化学成分最优值范围内^[14],但最优值范围比云南优质烟叶最优值范围要求较高。总氮、氯含量、钾、钾氯比、还原糖、总糖等指标要求与国际型优质烟叶的要求有较大的差别,国际型优质烟叶要求还原糖 16%~24%、总糖 18%~26%、钾≥2%、钾氯比≥4^[1-2]要求较低,而总氮 1.8%~2.5%、氯 0.3%~0.8%要求较高,这可能中式卷烟与国外卷烟风格特色和吸味不同的差异。

按照 C3F、B2F 评吸质量评价指标权重最大值大于 0.5 为主要化学成分对感官质量评价指标影响因素,其各个主要化学成分对评吸质量影响因子有:植物碱主要影响余味、可用性、刺激性 3 个评吸质量;总氮主要影响香气质、杂气、浓度、劲头、可用性、刺激性、余味 7 个评吸质量;还原糖主要影

响香气量、劲头、浓度、刺激性、余味、可用性 6 个评吸质量;总糖主要影响杂气、余味、香气量、香气质、可用性、刺激性 6 个评吸质量;钾主要影响香气量、余味、浓度、杂气、刺激性、可用性、劲头、香气质 8 个评吸质量;氯主要影响浓度、可用性、劲头、刺激性、余味 5 个评吸质量;淀粉主要影响香气质、香气量、浓度、劲头、杂气、可用性、余味 7 个评吸质量;糖碱比主要影响劲头、香气质、香气量、可用性、杂气、余味、浓度 7 个评吸质量;钾氯比主要影响余味、刺激性、杂气、浓度 4 个评吸质量;氮碱比主要影响浓度、可用性、劲头、香气量、香气质、刺激性 6 个评吸质量;二糖比主要影响浓度、可用性、劲头、余味 4 个评吸质量,这与前人的研究^[17-18]基本相吻合。

烟叶可用性主要由总糖、钾、氮碱比、二糖比、氯、糖碱比、总氮、淀粉、还原糖、植物碱 10 个主要化学成分决定。各感官质量评价指标与主要化学成分间的相关系数在 0.581~0.856,达到中度相关到高度相关。K326 品种 C3F 烟叶明显优于云烟 87 品种,尤其是对改善余味、提高烟叶可用性作用较大;B2F 烟叶除可用性有所下降外,其他指标都有所上升,主要原因是劲头明显偏大。

(3)赣州烟叶主要化学成分存在的问题:C3F 烟叶存在淀粉、糖碱比、氯、氮碱比偏高,钾、钾氯比偏低;B2F 烟叶存在植物碱、氮碱比、二糖比偏高,钾、钾氯比偏低。在烟叶生产上要重点增钾、减氯、控碱,防止烤后烟叶成熟度不够或过熟,通过栽培和采收烘烤调控好烟叶总糖、氮碱比、糖碱比、二糖比等在最优适宜范围内,提倡栽种 K326 品种。

参考文献

[1] 胡国松,赵元宽,曹志洪,等.我国主要产烟省烤烟元素组成和化学品质评价[J].中国烟草学报,1997,3(3):36-44.
[2] 黎根,毕庆文,汪健,等.烤烟主要化学成分与烟叶品质关系研究进展[J].河北农业科学,2007,11(6):6-9,41.
[3] 宣晓泉,薄山川,徐如彦,等.不同成熟度烟叶中香味成分分析[J].中国农学通报,2007,23(2):98-102.

表 4 柚子花中 OAV 值大于 1 的挥发性风味物质

Table 4 Volatile flavor compounds with OAV value greater than 1 in pomelo flowers

化合物名称 Compound name	OAV 值 OAV value		香气描述 Odor description
	大树 Big tree	小树 Small tree	
芳樟醇 Linalool	15 915	11 387	玫瑰样花甜香, 木香
月桂烯 Myrcene	376	74	柑橘香, 塑料感
右旋萜二烯 D-Limonene	133	178	柑橘香, 甜香
蒎烯 Pinene	101	34	薄荷清凉
β-罗勒烯 β-ocimene	58	50	柑橘香, 绿色青香, 木香
香叶醇 Geraniol	29	25	甜香, 干木香
石竹烯 Caryophyllene	16	27	甜香, 木香
己醛 Hexanal	8	5	绿色青香, 脂肪样
β-蒎烯 β-pinene	8	3	干木香, 松针样
正己醇 Hexyl alcohol	2	1	绿色青香

3 结论

采用 HS-SPME-GC-MS 的方法从上海青浦 4 月的大树和小树柚子花中共鉴定到 44 种风味物质, 其中大树 37 种, 小树 29 种, 大树和小树共同鉴定出的风味物质 22 种, 香气贡献值较大的风味物质 10 种, 均为大树和小树共有的。综合分析香气贡献值较大物质的 OAV 值以及各挥发性风味物质的相对含量发现, 大树和小树的香气特征总体差异不大, 相对而言, 大树柚子花的风味特征更偏向花香和果香多一些, 且香气特征更为多元丰富, 小树柚子花的香气特征总体比大树柚子花甜香多一些。该研究初步明确了一种上海青浦 4 月大树柚子花和小树柚子花的挥发性香气成分与关键呈香物质, 后续将进一步使用分子感官科学和代谢组学相结合解析柚子花的特征风味物质及其香气前体物质, 也将为柚子花风味的开发提供一定的理论指导。

参考文献

[1] LIM T K. *Citrus maxima* [M]//LIM T K. Edible Medicinal and Non-Medicinal Plants. Dordrecht: Springer Netherlands, 2012.

[2] 魏晓惠, 袁莎莎, 董燕灵. 柚子花茶的感官品质评价及主要滋味成分分析[J]. 安徽农学通报, 2019, 25(10): 104-107.

[3] 陈威威, 李刚, 曾瑜, 等. 柚子花在茉莉花茶窰制中的应用[J]. 福建茶叶, 2019, 41(11): 1.

[4] NAKAJIMA Y, SUSANTO S, HASEGAWA K. Influence of water stress in

(上接第 205 页)

[4] 尹珍, 周冀衡, 左敏, 等. 不同成熟度对上部烟叶中性香气物质的影响[J]. 南方农业学报, 2013, 44(5): 760-764.

[5] 杜文, 谭新良, 易建华, 等. 用烟叶化学成分进行烟叶质量评价[J]. 中国烟草学报, 2007, 13(3): 25-31.

[6] 李广才, 余玉梅, 胡建军, 等. 湖南烤烟主要化学成分与评吸质量的非线性关系解析[J]. 中国烟草学报, 2012, 18(4): 17-26.

[7] 邓小华, 周冀衡, 李晓忠, 等. 湖南烤烟化学成分特征及其相关性[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2007, 33(1): 24-27.

[8] 王能如, 何宽信, 黎茶根, 等. 江西烤烟主要化学特性的适宜性评价和聚类分析[J]. 烟草科技, 2012, 45(8): 49-53.

[9] 丁云生, 何悦, 曹金丽, 等. 大理州烤烟主要化学成分特征及其可用性分析[J]. 中国烟草科学, 2009, 30(3): 13-18.

[10] 罗华, 邓小华, 张光利, 等. 邵阳市主产烟县烤烟化学成分特征与可用性评价[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2009, 35(6): 623-627.

autumn on flower induction and fruiting in young pomelo trees (*Citrus grandis* (L.) Osbeck) [J]. Journal of the Japanese society for horticultural science, 1993, 62(1): 15-20.

[5] 张利军, 罗自威, 王玉雯, 等. 琯溪蜜柚落花落果特性及养分损失定量研究[J]. 果树学报, 2021, 38(4): 520-529.

[6] 叶鹏, 周昱. 琯溪蜜柚鲜花香气成分的气相色谱/质谱分析[J]. 福建分析测试, 2007, 16(1): 4-6.

[7] VIVIAN GOH R M, LAU H, LIU S Q, et al. Comparative analysis of pomelo volatiles using headspace-solid phase micro-extraction and solvent assisted flavour evaporation[J]. LWT, 2019, 99: 328-345.

[8] ROWSHAN V, NAJAFIAN S. Headspace analyses of leaf and flower of *Citrus limetta* (Lemon), *Citrus maxima* (Pomelo), *Citrus sinensis* (Orange), and *Citrus medica* (Cedrum) for volatile compounds by CombiPAL system technique[J]. Journal of herbs, spices & medicinal plants, 2013, 19(4): 418-425.

[9] BARANI Y H, ZHANG M, WANG B, et al. Influences of four pretreatments on anthocyanins content, color and flavor characteristics of hot-air dried rose flower[J]. Drying technology, 2020, 38(15): 1988-1995.

[10] CHEN K, ZHANG M, BHANDARI B, et al. Edible flower essential oils: A review of chemical compositions, bioactivities, safety and applications in food preservation[J]. Food research international, 2021, 139: 2021-11-15. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109809>.

[11] 许亦真. 番石榴叶中挥发油组分的固相微萃取分析[J]. 山东科学, 2021, 34(6): 15-21.

[12] 石芬, 徐军, 姜宗伯, 等. HS-SPME-GC-MS 结合多元统计分析初榨椰子油常温储藏过程中挥发性风味成分[J]. 食品工业科技, 2022, 43(10): 314-322.

[13] ZHU Y, LV H P, SHAO C Y, et al. Identification of key odorants responsible for chestnut-like aroma quality of green teas[J]. Food research international, 2018, 108: 74-82.

[14] MA C Y, LI J X, CHEN W, et al. Study of the aroma formation and transformation during the manufacturing process of oolong tea by solid-phase micro-extraction and gas chromatography-mass spectrometry combined with chemometrics[J]. Food research international, 2018, 108: 413-422.

[15] EHLERS B K, OLESEN J M. Flower production in relation to individual plant age and leaf production among different patches of *Corydalis intermedia* [J]. Plant ecology, 2004, 174(1): 71-78.

[16] 王进, 欧毅, 武峰, 等. 梨树生长过程中内源激素含量变化研究[J]. 西南农业学报, 2010, 23(6): 1842-1847.

[17] MARSHALL D L, AVRITT J J, MALIAKAL-WITT S, et al. The impact of plant and flower age on mating patterns[J]. Annals of botany, 2010, 105(1): 7-22.

[18] PUECH J L, FEUILLAT F, MOSEDALE J R. The tannins of oak heartwood: Structure, properties, and their influence on wine flavor[J]. American journal of enology & viticulture, 1999, 50(4): 469-478.

[19] 周先艳, 周东果, 朱春华, 等. 不同树龄水晶蜜柚果实品质比较分析[J]. 南方农业学报, 2018, 49(5): 938-943.

[20] 程焕, 陈健乐, 周晓舟, 等. 水果香气物质分析及合成途径研究进展[J]. 中国食品学报, 2016, 16(1): 211-218.

[11] 王允白, 王宝华, 郭承芳, 等. 影响烤烟呼吸质量的主要化学成分研究[J]. 中国农业科学, 1998, 31(1): 89-91.

[12] 俞立平, 潘云涛, 武夷山. 科技评价指标相关消除方法——相关系数调整法[J]. 情报杂志, 2009, 28(2): 3-6.

[13] 邵惠芳. 基于化学成分的烤烟感官质量评价模型构建及工业应用[D]. 郑州: 河南农业大学, 2012.

[14] 张强, 和智君, 向明, 等. 云南主产区烤烟质量评价指标体系的构建[J]. 云南大学学报(自然科学版), 2010, 32(S1): 96-101, 106.

[15] 欧阳文, 陈雨, 李佛琳, 等. 基于卷烟品牌的云南省烟叶基地烟叶常规化学成分隶属度评价[J]. 安徽农业科学, 2016, 44(25): 79-82, 115.

[16] 邓小华, 周冀衡, 陈新联, 等. 烟叶质量评价指标间的相关性研究[J]. 中国烟草学报, 2008, 14(2): 1-8.

[17] 夏冰冰, 梁永江, 张扬, 等. 遵义烟区上部烟叶化学成分与感官评吸的相关性[J]. 中国烟草科学, 2015, 36(1): 30-34.

[18] 孙力, 李银科, 章新, 等. 钾素水平对烟叶化学成分和感官评吸质量的影响[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(24): 13210-13214.