

管式回潮装置对干头干尾烟丝挥发性化学物质的影响

华一崑¹, 王慧¹, 徐永康¹, 李思源¹, 杜伟¹, 张保德¹, 董林昆², 容雷斌², 高占勇^{1*}

(1. 红河烟草(集团)有限责任公司, 云南昆明 650231; 2. 国营云南机器三厂烟机配件分厂, 云南曲靖 655000)

摘要 [目的]研究管式回潮装置对干头干尾烟丝关键挥发性化学物质的影响, 为干头干尾烟丝回潮方式的选择提供参考依据。[方法]以云南某规格卷烟滚筒烘丝的干头干尾烟丝为试验材料, 检测管式回潮前后干头干尾烟丝的挥发性致香物质和挥发性有机酸, 利用主成分分析法对其进行降维处理, 并对回潮前后烟丝样品 2 类化学指标的前 2 个主成分得分进行投影分析。[结果]管式回潮前后, 干头干尾烟丝中的 2 类挥发性化学物质前 2 个主成分得分在二维平面上的分布存在严重交叉现象, 表明回潮前后, 2 类挥发性化学物质综合含量均未发生明显变化。[结论]管式回潮装置对烟丝具有一定的保香作用, 适宜作为干头干尾烟丝的回潮设备。

关键词 管式回潮装置; 干头干尾烟丝; 挥发性化学物质; 主成分分析

中图分类号 TS 452 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2018)26-0175-05

Effect of Tube Type Resurgence Equipment on Volatile Chemical Components of Over-dried Cut Tobacco

HUA Yi-kun, WANG Hui, XU Yong-kang et al (Hongyun Honghe Tobacco (Group) Company Limited, Kunming, Yunnan 650231)

Abstract [Objective] In order to provide reference for choice of resurgence mode of over-dried cut tobacco, effect of tube type resurgence equipment on key volatile chemical components of over-dried cut tobacco was studied. [Method] Over-dried cut tobacco after drum drying was used as the experimental materials, and volatile aroma components and volatile organic acids of over-dried cut tobacco before and after tube type resurgence were determined. Two kinds of chemical indexes of different cut tobacco samples were reduced to dimension using principal component analysis, and the first two principal components score of two kinds of chemical indexes of different cut tobacco samples was projected analysis. [Result] There was no obvious change in the comprehensive content of volatile chemical compounds of over-dried cut tobacco before and after tube type resurgence. [Conclusion] The tube type resurgence equipment has a certain aroma protection effect on cut tobacco and will be suitable for resurgence mode of over-dried cut tobacco.

Key words Tube type resurgence equipment; Over-dried cut tobacco; Volatile chemical components; Principal component analysis

滚筒干燥工序在生产开始和结束时由于烟丝量较少, 烘丝机滚筒热容较大, 而产生大量含水率较低的干头干尾烟丝, 这些烟丝在后续加工过程中造碎率较高, 从而对烟丝结构、感官品质和单箱耗叶等质量指标产生较大的影响^[1]。2016 版《卷烟工艺规范》中明确规定滚筒干燥工序每批干头干尾率不得超过 0.6%^[2]。最大限度地减少叶丝干燥过程中的干头干尾量, 是卷烟企业提质降耗的重要工作之一。近年来, 国内烟草行业针对滚筒烘丝机通过优化工艺参数^[3]、控制模式^[4-5]及改进设备^[6-9]等方法, 从而实现减少烘丝过程干头干尾烟丝量的目的。但这些方法只能在一定程度上降低干头干尾烟丝量, 而无法消除滚筒干燥过程出现的干头干尾烟丝现象。鉴于此, 笔者针对实际生产中所产生的干头干尾烟丝量及其物理特性, 并借鉴烟草行业现有的烟叶回潮装置, 自主研发了一套以高温饱和蒸汽为回潮介质的管式回潮装置, 该装置能够有效提升干头干尾烟丝的含水率及整丝率变化率, 增强烟丝的耐加工性能。为进一步验证该装置在回潮过程中对烟丝的保香作用, 笔者以烟丝中的 18 种关键挥发性致香物质和 8 种挥发性有机酸作为评价指标, 利用主成分分析法评价回潮前后烟丝中 2 类挥发性化学物质综合含量的变化情况, 旨在为干头干尾烟丝管式回潮方式的选择提供数据支撑。

1 材料与与方法

1.1 材料 红河烟草(集团)有限责任公司昆明卷烟厂

基金项目 云南中烟工业有限责任公司科技项目(2015GY04); 中国烟草总公司科技重点项目(110201302010)。

作者简介 华一崑(1970—), 男, 云南昆明人, 工程师, 从事烟草工艺技术研究。* 通讯作者, 工程师, 从事烟草工艺技术研究。

收稿日期 2018-04-12

“云烟”某规格卷烟滚筒烘丝后含水率较低的干头干尾烟丝。

1.2 管式回潮装置 管式回潮装置是有针对性设计的干头干尾烟丝回潮再利用装置, 嫁接在滚筒烘丝烟丝冷却工序之后。滚筒烘丝开始和结束阶段产生的大量干头干尾烟丝直接输送至管式回潮装置, 在高温饱和蒸汽的作用下, 含水率较低的干头干尾烟丝得到充分松散和回潮, 可满足后续掺配加香的工艺需求, 有效降低了干头干尾烟丝在加工过程中的造碎和工艺损耗。管式回潮装置如图 1 所示。

1.3 方法

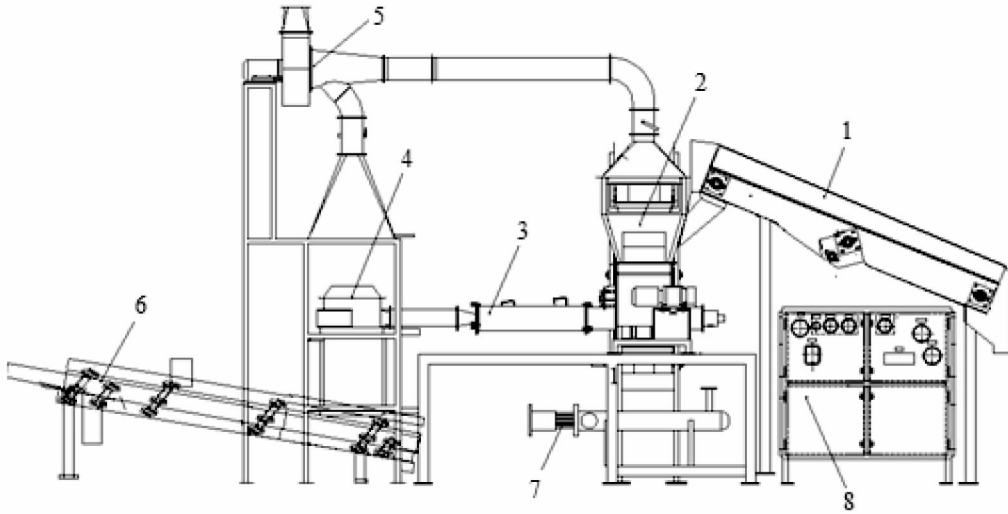
1.3.1 回潮前后烟丝取样。 为确保所取试验样品的代表性, 取滚筒烘丝后的干头干尾烟丝 100 kg, 充分混匀后从不同位置取 10 份烟丝作为回潮前的试验样品(编号依次为 HCQ-1~HCQ-10, 每份 500 g); 剩余的干头干尾烟丝利用管式回潮装置进行回潮处理, 在回潮出口均匀取样 10 次, 作为回潮后的试验样品(编号依次为 HCH-1~HCH-10, 每份 500 g)。

1.3.2 挥发性化学物质的测定方法。 分别按照文献^[10]中的方法和行业标准 YC/T 500—2014^[11]规定的方法利用气相色谱-质谱联用仪对管式回潮前后的干头干尾烟丝样品进行挥发性致香物质和挥发性有机酸含量的测定。

1.3.3 数据处理与统计分析。 利用 R 语言统计软件(R i386 3.1.2)及 Microsoft Excel 2010 对数据进行统计分析并作图。

2 结果与分析

2.1 挥发性化学物质测定结果 按照致香前体物的分类方法^[12-14]选取了 18 种重要的挥发性致香物质和 8 种挥发性有机酸进行了测定(表 1 和表 2)。挥发性致香物质中, 含有美拉德反应产物 3 种, 芳香族氨基酸降解产物 4 种, 西柏烷类降解产物 3 种, 类胡萝卜素降解产物 8 种。



注:1.缓存装置;2.喂料装置;3.管式回潮装置;4.烟丝分离装置;5.排潮系统;6.出口烟丝检测输送装置;7.蒸汽电加热装置;8.管柜系统
 Note:1.Caching device;2.Drawing-in device;3.Tube type resurgence equipment;4.Tobacco separation device;5.Moisture exhaust system;6.Detection and transportation device of discharge tobacco;7.Steam electric heating device;8.Tube cabinet system

图1 管式回潮装置示意

Fig.1 Sketch map of tube type resurgence equipment

表1 回潮前后烟丝中挥发性致香物质测定结果

Table 1 Determination results of volatile aroma compounds in cut tobacco before and after resurgence

样品编号 Sample number	美拉德反应产物 Maillard reaction products			芳香族氨基酸降解产物 Degradation products of phenylalanine				西柏烷类降解产物 Degradation products of cembranoids		
	糠醛 Furfural	糠醇 Furfuryl alcohol	5-甲基糠醛 5-Methyl-furfural	苯甲醛 Benzaldehyde	苯甲醇 Benzyl alcohol	苯乙醛 Phenylacetaldehyde	苯乙醇 Benzyl ethanol	茄酮 Solaneone	降茄二酮 Norsolan-dione	茄那士酮 Solavetivone
HCQ-1	1.54	0.52	0.08	0.16	2.57	0.32	1.66	14.58	1.023	2.54
HCQ-2	1.97	0.98	0.18	0.22	3.59	0.32	2.58	15.67	1.670	4.00
HCQ-3	1.22	0.52	0.10	0.24	2.07	0.24	1.25	13.65	0.811	2.15
HCQ-4	1.57	0.82	0.13	0.20	2.63	0.25	1.61	14.68	1.138	2.79
HCQ-5	1.74	0.90	0.17	0.18	2.85	0.35	2.38	15.16	1.345	3.34
HCQ-6	1.58	0.72	0.12	0.18	2.67	0.61	1.81	14.89	1.223	2.81
HCQ-7	1.53	0.72	0.09	0.15	2.44	0.73	1.58	14.43	1.018	2.56
HCQ-8	1.86	0.95	0.09	0.16	3.44	0.67	2.40	15.29	1.448	3.64
HCQ-9	1.71	0.76	0.10	0.15	2.65	0.40	2.15	15.10	1.304	3.06
HCQ-10	1.80	0.88	0.14	0.22	3.08	0.38	2.43	15.36	1.402	3.48
HCH-1	1.69	0.77	0.09	0.17	2.79	0.65	2.07	14.60	1.247	2.87
HCH-2	1.78	0.91	0.14	0.20	3.05	0.33	2.39	15.26	1.357	3.33
HCH-3	1.58	0.67	0.09	0.22	2.66	0.30	1.76	14.76	1.141	2.78
HCH-4	1.23	0.57	0.08	0.20	2.26	0.24	1.47	13.73	0.816	2.35
HCH-5	2.14	0.91	0.11	0.20	3.62	0.28	2.54	15.77	1.736	4.30
HCH-6	1.89	0.81	0.15	0.19	3.46	0.29	2.46	15.48	1.564	3.71
HCH-7	1.55	0.73	0.11	0.19	2.54	0.89	1.78	14.59	1.098	2.64
HCH-8	1.73	0.88	0.09	0.15	2.83	0.56	2.21	15.12	1.339	3.14
HCH-9	1.80	1.08	0.14	0.22	3.28	0.28	2.35	15.44	1.425	3.60
HCH-10	1.27	0.64	0.20	0.24	2.38	0.35	1.73	14.25	0.979	2.48
	类胡萝卜素降解产物									
样品编号 Sample number	β-大马酮 β-Damascenone	β-二氢大马酮 β-2H-Damascenone	β-紫罗兰酮 β-Ionone	二氢猕猴桃内酯 Dihydroactinidiolide	巨豆三烯酮 Megastigmatrienone	香叶基丙酮 Geranyl acetone	金合欢基丙酮 Farnesylacetone	3-氧代-α-紫罗兰醇 3-Oxo-α-ionol		
HCQ-1	5.36	2.42	3.34	2.19	28.58	2.47	11.75	0.66		
HCQ-2	6.57	3.09	4.28	3.31	32.57	2.91	14.25	0.90		
HCQ-3	5.24	2.41	3.14	2.07	27.50	2.30	10.14	0.48		
HCQ-4	5.47	2.60	3.40	2.34	29.69	2.59	12.89	0.69		
HCQ-5	6.04	2.85	3.70	2.74	31.19	2.74	13.60	0.81		

接下表

续表 1

μg/g

样品编号 Sample number	类胡萝卜素降解产物							
	β-大马酮 β-Damascenone	β-二氢大马酮 β-2H-Damascenone	β-紫罗兰酮 β-Ionone	二氢猕猴桃内酯 Dihydroac-tinidiolide	巨豆三烯酮 Megastigma-trienone	香叶基丙酮 Geranyl acetone	金合欢基丙酮 Farnesylacetone	3-氧代-α-紫罗兰醇 3-Oxo-α-ionol
HCQ-6	5.68	2.64	3.46	2.54	30.01	2.65	12.67	0.69
HCQ-7	5.30	2.54	3.24	1.97	28.54	2.50	11.98	0.62
HCQ-8	6.57	2.94	3.91	3.12	32.06	2.91	13.72	0.84
HCQ-9	5.86	2.76	3.57	2.61	30.55	2.77	13.35	0.77
HCQ-10	6.40	2.96	3.91	2.82	31.48	2.79	13.65	0.78
HCH-1	5.81	2.72	3.57	2.67	30.28	2.71	12.76	0.73
HCH-2	6.23	2.86	3.82	2.83	31.44	2.74	13.39	0.79
HCH-3	5.62	2.63	3.49	2.55	29.79	2.62	12.66	0.72
HCH-4	5.01	2.39	3.27	2.09	27.74	2.34	10.21	0.48
HCH-5	6.68	3.20	4.30	3.32	32.80	3.12	14.37	0.92
HCH-6	6.55	2.92	3.94	3.24	32.09	2.96	13.97	0.86
HCH-7	5.43	2.49	3.35	2.24	29.02	2.56	11.67	0.64
HCH-8	5.97	2.79	3.61	2.72	30.85	2.71	13.46	0.78
HCH-9	6.49	2.91	4.06	3.09	31.56	2.80	13.78	0.81
HCH-10	5.23	2.50	3.18	2.15	27.94	2.39	11.68	0.57

表 2 回潮前后烟丝中挥发性有机酸测定结果

Table 2 Determination results of volatile organic acids in cut tobacco before and after resurgence

μg/g

样品编号 Sample number	异戊酸 Isopentanoic acid	2-甲基丁酸 2-Methylbutyric acid	戊酸 Pentanoic acid	3-甲基戊酸 3-Methylvaleric acid	己酸 Caproic acid	苯甲酸 Benzoic acid	辛酸 Octanoic acid	苯乙酸 Phenylacetic acid
HCQ-1	34.87	29.75	1.95	1.55	1.91	9.24	1.27	19.86
HCQ-2	34.94	29.89	1.66	1.56	1.74	10.84	1.44	20.06
HCQ-3	33.89	28.32	1.61	1.35	1.69	10.63	1.35	19.19
HCQ-4	34.47	29.03	1.69	1.44	1.79	10.72	1.39	19.39
HCQ-5	34.35	28.40	1.64	1.43	1.74	10.54	1.26	19.37
HCQ-6	35.43	30.33	1.67	1.65	1.69	8.93	1.24	20.54
HCQ-7	33.92	29.16	1.65	1.38	1.77	8.83	1.30	19.24
HCQ-8	35.58	31.18	1.96	1.84	1.82	8.88	1.30	21.13
HCQ-9	34.18	29.61	1.80	1.41	1.82	8.78	1.32	19.33
HCQ-10	36.92	32.08	2.01	2.36	1.93	9.05	1.37	22.05
HCH-1	35.76	31.45	1.95	1.97	1.83	9.07	1.26	21.14
HCH-2	35.98	31.65	1.60	2.09	1.84	11.00	1.40	21.26
HCH-3	36.35	31.69	2.01	2.13	1.87	9.26	1.31	21.37
HCH-4	34.55	29.49	1.72	1.45	1.82	9.89	1.20	19.77
HCH-5	33.38	28.30	1.83	1.32	1.73	8.84	1.27	18.37
HCH-6	36.57	31.79	1.82	2.16	1.73	9.00	1.24	21.69
HCH-7	33.77	28.41	1.62	1.34	1.66	8.96	1.02	18.70
HCH-8	34.64	29.58	1.65	1.46	1.75	10.86	1.42	19.78
HCH-9	36.73	31.95	1.80	2.30	1.98	9.06	1.28	22.00
HCH-10	34.71	29.67	1.67	1.51	1.61	8.93	1.26	19.82

2.2 挥发性化学物质主成分分析

2.2.1 主成分分析的适合度检验。在指标间的相关系数矩阵为正定矩阵(总样本数≥指标数)的前提下,对 2 类化学指标的相关系数矩阵进行主成分分析前的 KMO 和 Bartlett 球形度检验结果显示,挥发性致香物质和挥发性有机酸主成分分析的 KMO 度量值分别为 0.710 和 0.780 (>0.5),且 Bartlett 球形度检验均达到了极显著水平($P=0.000$),说明表 1 和表 2 中的数据均适合进行主成分分析。

2.2.2 主成分抽取。表 3 为挥发性致香物质和挥发性有机酸 2 类化学指标主成分分析前 2 个主成分的特征值、方差贡献率及累积方差贡献率。可以看出,2 类化学指标前 2 个主成分(PC1、PC2)的特征值均大于 1,且前 2 个主成分的累积方差贡献率分别为 89.976% 和 85.105%,分别涵盖了 2 类化学指标原始数据的绝大部分信息量。因此,根据主成分的抽取原则(特征值大于 1,累积方差贡献率大于 85%)选择前 2 个主成分进行下一步的分析。

表 3 2 类化学指标主成分分析的特征值及方差贡献率

Table 3 Eigenvalue and variance contribution rate of principal component analysis of two kinds chemical indexes

化学指标 Chemical indexes	主成分 Principal components	特征值 Eigenvalue	方差贡献率 Variance contribution rate // %	累积方差贡献率 Cumulative variance contribution rate // %
挥发性致香物质 Volatile aroma compounds	PC1	14.212	78.957	89.976
	PC2	1.983	11.019	
挥发性有机酸 Volatile organic acids	PC1	4.868	60.845	85.105
	PC2	1.701	24.261	

2.2.3 主成分得分表达式。挥发性致香物质和挥发性有机酸主成分分析的前2个主成分的载荷量及特征向量见表4

和表5,载荷量除以对应主成分特征值的平方根得到各单项化学物质的特征向量。

表4 挥发性致香物质前2个主成分的载荷量和特征向量

Table 4 Load and eigenvector of the first two principal components of volatile aroma compounds

挥发性香味物质 Volatile aroma compounds	主成分载荷量 Load of principal components		主成分特征向量 Eigenvector of principal components	
	PC1	PC2	PC1	PC2
糠醛 Furfural	0.969	-0.171	0.257	-0.121
糠醇 Furfuryl alcohol	0.877	-0.001	0.233	-0.001
5-甲基糠醛 5-Methylfurfural	0.346	0.687	0.092	0.487
苯甲醛 Benzaldehyde	-0.065	0.913	-0.017	0.648
苯甲醇 Benzyl alcohol	0.970	0.020	0.257	0.014
苯乙醛 Phenylacetaldehyde	-0.088	-0.764	-0.023	-0.542
苯乙醇 Benzyl ethanol	0.964	-0.003	0.256	-0.002
茄酮 Solanone	0.973	-0.059	0.258	-0.042
降茄二酮 Norsolandione	0.991	-0.026	0.263	-0.018
茄那土酮 Solavetivone	0.986	0.057	0.262	0.040
β -大马酮 β -Damascenone	0.978	0.033	0.259	0.023
β -二氢大马酮 β -2H-Damascenone	0.980	0.059	0.260	0.042
香叶基丙酮 Geranyl acetone	0.974	-0.128	0.258	-0.091
β -紫罗兰酮 β -Ionone	0.968	0.113	0.257	0.080
3-氧代- α -紫罗兰酮 3-Oxo- α -ionol	0.978	-0.106	0.259	-0.075
二氢猕猴桃内酯 Dihydroactinidiolide	0.969	0.079	0.257	0.056
巨豆三烯酮 Megastigmatrienone	0.993	-0.044	0.263	-0.031
金合欢基丙酮 Farnesylacetone	0.959	-0.075	0.254	-0.053

表5 挥发性有机酸前2个主成分的载荷量和特征向量

Table 5 Load and eigenvector of the first two principal components of volatile organic acids

挥发性有机酸 Volatile organic acids	主成分载荷量 Load of principal components		主成分特征向量 Eigenvector of principal components	
	PC1	PC2	PC1	PC2
异戊酸 Isopentanoic acid	0.960	0.092	0.435	0.071
2-甲基丁酸 2-Methylbutyric acid	0.969	0.038	0.439	0.029
戊酸 Pentanoic acid	0.704	-0.393	0.319	-0.301
3-甲基戊酸 3-Methylvaleric acid	0.965	0.044	0.437	0.034
己酸 Caproic acid	0.737	0.086	0.334	0.066
苯甲酸 Benzoic acid	-0.257	0.903	-0.117	0.692
辛酸 Octanoic acid	0.215	0.838	0.097	0.643
苯乙酸 Phenylacetic acid	0.962	0.100	0.436	0.077

根据表4和表5中的主成分特征向量分别得到不同烟丝样品18种挥发性致香物质和8种挥发性有机酸前2个主成分得分的计算公式。

不同烟丝样品挥发性致香物质的主成分得分计算公式如下:

$$PC1_{\text{挥发性致香物质}} = 0.257Z_1 + 0.233Z_2 + 0.092Z_3 - 0.017Z_4 + 0.257Z_5 - 0.023Z_6 + 0.256Z_7 + 0.258Z_8 + 0.263Z_9 + 0.262Z_{10} + 0.259Z_{11} + 0.260Z_{12} + 0.258Z_{13} + 0.257Z_{14} + 0.259Z_{15} + 0.257Z_{16} + 0.263Z_{17} + 0.254Z_{18} \quad (1)$$

$$PC2_{\text{挥发性致香物质}} = -0.121Z_1 - 0.001Z_2 + 0.487Z_3 + 0.648Z_4 + 0.014Z_5 - 0.542Z_6 - 0.002Z_7 - 0.042Z_8 - 0.018Z_9 + 0.040Z_{10} + 0.023Z_{11} + 0.042Z_{12} - 0.091Z_{13} + 0.080Z_{14} - 0.075Z_{15} + 0.056Z_{16} - 0.031Z_{17} - 0.053Z_{18} \quad (2)$$

式(1)、(2)中, $Z_1 \sim Z_{18}$ 是利用 scale 函数变换后的标准

变量,依次分别代表糠醛、糠醇、5-甲基糠醛、苯甲醛、苯甲醇、苯乙醛、苯乙醇、茄酮、降茄二酮、茄那土酮、 β -大马酮、 β -二氢大马酮、香叶基丙酮、 β -紫罗兰酮、3-氧代- α -紫罗兰酮、二氢猕猴桃内酯、巨豆三烯酮、金合欢基丙酮(按照表4中的致香物质排列顺序)。

不同烟丝样品挥发性有机酸的主成分得分计算公式如下:

$$PC1_{\text{挥发性有机酸}} = 0.435Z_{19} + 0.439Z_{20} + 0.319Z_{21} + 0.437Z_{22} + 0.334Z_{23} - 0.117Z_{24} + 0.097Z_{25} + 0.436Z_{26} \quad (3)$$

$$PC2_{\text{挥发性有机酸}} = 0.071Z_{19} + 0.029Z_{20} - 0.301Z_{21} + 0.034Z_{22} + 0.066Z_{23} + 0.692Z_{24} + 0.643Z_{25} + 0.077Z_{26} \quad (4)$$

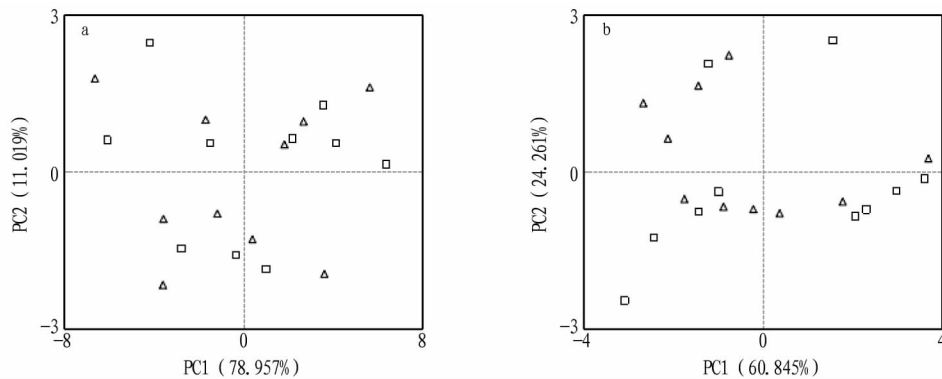
式(3)、(4)中, $Z_{19} \sim Z_{26}$ 是利用 scale 函数变换后的标准变量,依次分别代表异戊酸、2-甲基丁酸、戊酸、3-甲基戊酸、己酸、苯甲酸、辛酸、苯乙酸。

2.3 主成分得分投影分析 根据上述主成分表达式分别计算管式回潮前后不同干头干尾烟丝样品挥发性致香物质和

挥发性有机酸的前 2 个主成分得分,不同试验烟丝样品 2 类化学指标前 2 个主成分得分在二维平面上的投影如图 2 所示。从烟丝样品在投影图上的分布情况即可以看出干头干尾烟丝在回潮前后挥发性化学物质综合含量的变化情况。

由图 2 可以看出,对于 2 类挥发性化学指标,管式回潮

前的 10 个干头干尾烟丝样品与回潮后的 10 个干头干尾烟丝样品均存在严重的交叉现象(回潮前与回潮后烟丝样品未出现明显的分离现象),即回潮前后干头干尾烟丝的挥发性化学物质综合含量未出现明显变化,说明采用高温饱和蒸汽的管式快速回潮方式对烟丝具有较好的保香作用。



注:a.挥发性致香物质;b.挥发性有机酸;△.回潮前烟丝样品;□.回潮后烟丝样品

Note:a.Volatile aroma compounds;b.Volatile organic acids;△.Cut tobacco before resurgence;□.Cut tobacco after resurgence

图 2 回潮前后不同烟丝样品 2 类化学指标前 2 个主成分得分的投影

Fig.2 Projection of the first two principal components scores of two kinds chemical indexes of different cut tobacco before and after resurgence

3 结论

采用主成分分析法对管式回潮前后干头干尾烟丝的挥发性致香物质和挥发性有机酸进行了降维处理,并利用回潮前后不同烟丝样品 2 类化学指标的前 2 个主成分得分进行了投影分析。结果显示,回潮前后,干头干尾烟丝中的挥发性致香物质和挥发性有机酸综合含量均未发生明显变化,说明管式回潮装置在回潮过程中对烟丝具有一定的保香作用,适宜作为干头干尾烟丝的回潮设备,同时为干头干尾烟丝管式回潮方式的选择提供了数据支撑。

参考文献

- [1] 李秀芳,王永华,赵春元,等.解决烘丝机干头干尾的方法与实现[J].烟草科技,2013,46(9):27-29,32.
- [2] 国家烟草专卖局.卷烟工艺规范[M].北京:中国轻工业出版社,2016:61.
- [3] 赵彬,郑松锦,刘玉斌,等.SH947 型管道式烘丝机模拟运行参数的优化[J].烟草科技,2013,46(8):8-10.
- [4] 任正云,晏小平,方维岚,等.烘丝过程烟丝含水率的 MFA 控制[J].烟草科技,2005,38(6):10-15.

- [5] 杨明权.改进 HAUNI 烘丝机控制模式降低烘丝干头干尾量[J].烟草科技,2005,38(8):6-7,9.
- [6] 熊安言,王镇增,靳建森,等.COMAS 烘丝机自动加水系统[J].烟草科技,2001,34(6):15-16.
- [7] 杜峰,王月鹏.降低烘丝干头干尾的新方法[J].烟草科技,2004,37(11):10-12.
- [8] 徐伟民,刘剑敏,舒梦,等.COMAS 烘丝机整体改造与应用[J].烟草科技,2011,44(2):17-20.
- [9] 杜峰,朱东华,景茂春,等.空气放大器在减少 SH313 型烘丝机干尾烟量中的应用[J].烟草科技,2012,45(5):24-26.
- [10] 刘泽,何邦华,杨蕾,等.“干头干尾”烟丝挥发性香味物质的主成分聚类分析[J].烟草科技,2015,48(2):47-52.
- [11] 马宇平,周浩,张峻松,等.烟草及烟草制品挥发性有机酸的测定 气相色谱—质谱联用法:YC/T 500—2014[S].北京:中国标准出版社,2014.
- [12] 李鹏飞,周衡衡,张建平,等.烤烟成熟期土壤水分状况对烟叶挥发性香气物质及主要化学成分的影响[J].中国烟草学报,2009,15(3):44-48.
- [13] 薛超群,王建伟,奚家勤,等.Agri 土壤调理剂用量对烟叶香气质量的影响[J].烟草科技,2012,45(7):86-90.
- [14] 阴耕耘,徐世涛,阮昕,等.复烤过程中 B4F 烤烟烟叶类胡萝卜素和松柏烷类降解产物的变化[J].烟草科技,2012,45(10):61-64.

(上接第 158 页)

- [7] 许尚忠,李俊雅,杨雪丽,等.中国西门塔尔牛产肉性能、牛肉质量测定及胴体分割性状的主成分分析[J].中国草食动物,2000(6):6-8.
- [8] ANDERSON H R.The influence of slaughter weight and level of feeding on growth rate,feed conversion and carcass composition of bulls[J].Livest Prod Sci,1975,2(4):341-355.
- [9] DOTY D M,PIERCE J C.Beef muscle characteristics as related to carcass grade, carcass weight,and degree of aging[R].USDA Technology Bull,

1961:1231.

- [10] MEISSNER H H.The description of growth in beef bull sand interpretation of genotypic differences on two dietary treatments[J].S Afr J Anim Sci,1982,12:331.
- [11] 闫向民,张金山,李红波,等.不同月龄新疆褐牛犊牛胴体性状及肉品质比较研究[J].中国畜牧兽医,2015,42(11):2954-2960.
- [12] 熊飞,吴春风,苗永旺,等.槟榔江水牛不同月龄阶段体重与体尺的主成分分析[J].云南农业大学学报,2013,28(3):322-328.

科技论文写作规范——工作单位

在圆括号内书写作者的工作单位(用全称)、城市名及邮政编码。若为外国的工作单位,则加国名。多个作者不同工作单位时,在名字的右上角分别加注“1”“2”,和地址前注“1.”“2.”。