

文山初烤烟叶主要理化指标与感官评吸质量的关系分析

褚继登^{1,2}, 顾毓敏³, 蔡宪杰³, 闫鼎³, 卢晓华³, 张鑫³, 沈毅³, 周婷云¹, 张久权^{1*}

(1. 中国农业科学院烟草研究所, 山东 青岛 266000; 2. 中国农业科学院研究生院, 北京 100086; 3. 上海烟草集团有限责任公司, 上海 201100)

摘要: 为了明确初烤烟叶的主要理化指标与感官评吸质量的相关性, 对感官评吸质量进行预测。在文山收集和检测了222份中部烟叶样品, 并进行了典型相关和多元回归分析。结果表明: 圆润感、余味、香气量、透发性和烟叶外观质量中的颜色、油分、身份有极强的相关性, 选取的前两对有效典型变量的累积贡献率达98.13%; 其次圆润感、刺激性、余味、透发性、杂气、香气量、干燥感与烟叶含梗率、叶宽、平衡含水率之间具有一定相关性, 选取的前两对有效典型变量的累积贡献率达99.04%。香气量、透发性和烟叶常规化学成分中钾、糖碱比、烟碱之间也同样存在相关关系, 选取的前两对有效典型变量的累积贡献率达93.29%; 逐步回归分析建立的方程进一步表明, 评吸总分与成熟度、平衡含水率、含梗率、总植物碱、还原糖、糖碱比、氮碱比、两糖比、钾氯比呈现正相关水平。综上所述, 依据典型相关分析和回归分析得出的理化指标与感官评吸质量之间的回归方程可对感官评吸质量进行综合预测。

关键词: 烟叶; 感官质量; 典型相关; 逐步回归

中图分类号: S572

文献标识码: A

文章编号: 2096-5877(2022)02-0150-06

Analysis on the Relationship between Main Physical and Chemical Indexes and Sensory Smoking Quality of Primary Flue-Cured Tobacco in Wenshan

CHU Jideng^{1,2}, GU Yumin³, CAI Xianjie³, YAN Ding³, LU Xiaohua³, ZHANG Xin³, SHEN Yi³, ZHOU Tingyun¹, ZHANG Jiuquan^{1*}

(1. Tobacco Research Institute of CAAS, Qingdao 266100; 2. Graduate School of CAAS, Beijing 100086; 3. Shanghai Tobacco Group Co., Ltd., Shanghai 201100, China)

Abstract: In order to identify the relationship between the major physical and chemical indexes with the smoking quality of the primary cured tobacco leaves, the sensory quality was predict. A total of 222 tobacco samples were collected and tested in Wenshan, and the typical correlation and multiple regression analysis were carried out. The results showed that the combination of mellowness, aftertaste, flavor quality and volatility had a strong correlation with leaf color, oil and identity, and the cumulative contribution rate of the first two pairs of canonical variables reached 98.13%. The comprehensive indexes of mellowness, irritation, aftertaste, volatility, offensive taste, flavor quality and dryness are correlated with stem content, leaf width and equilibrium moisture content. The cumulative contribution rate of the first two to the typical variables is 99.04%. The combination of flavor quality and volatility was also correlated with potassium, ratio of reducing sugar to total sugar and nicotine in chemical composition. The cumulative contribution rate of the two pairs of effective typical variables was 93.29%. The equation established by stepwise regression analysis showed that the descriptive of smoking quality showed positive correlation with maturity, equilibrium moisture content, stem content, total plant alkali, reducing sugar, ratio of reducing sugar to nicotine, ratio of total nitrogen to nicotine, ratio of reducing sugar to total sugar, and K/Cl ratio. In conclusion, according to the regression equation between physical and chemical indexes and sensory assessment quality obtained by canonical correla-

收稿日期: 2020-05-19

基金项目: 国家重点研发计划(2018YFD201104)

作者简介: 褚继登(1996-), 男, 在读硕士, 从事植物营养研究。

通讯作者: 张久权, 男, 博士, 副教授, E-mail: zhangjiuquan@caas.cn

tion analysis and regression analysis, sensory assessment quality can be comprehensively predicted.

Key words: Tobacco leaves; Sensory smoking quality; Typical correlation; Stepwise regression

烟叶质量好坏对卷烟产品起着决定性作用,烟叶的物理性状、化学成分、外观质量及评吸质量对卷烟质量都有很大影响,且这四个因素之间相关性较强,在几项指标中,感官评吸质量对卷烟质量起关键性作用^[1]。然而,评吸质量的数据获取难度很大,至少同时需要七位评吸专家进行人工评吸,并对其主要评价指标进行评分鉴定,其成本远远高于理化性质的检测。因此,如果能通过烟叶理化指标对感官质量进行预测,将对减少分析成本有重大意义。近年来,学者们对烤烟质量指标与气候、土壤等生态指标之间的关系研究较多^[2-5],感官质量与烟叶物理特性、化学成分、外观质量指标间的关系也有一些报道^[6-21],这些都只是单个因素之间的关系,对如何运用这些质量指标对感官质量进行综合预测的研究却鲜见报道。本研究以云南文山烟叶样品为材料,运用典型相关等分析,建立初烤烟叶感官质量与其他烟叶质量指标间的关系,构建感官质量预测模型,探索用其他烟叶质量指标替代感官质量指标的可能性,为减少烟叶质量鉴定成本提供理论依据。

1 材料与方 法

1.1 样品的采集

综合考虑文山壮族苗族自治州内各县海拔高度、地形地貌和其他生态条件、烤烟生产水平等因素,2018年初在文山州7个植烟县中选取了有代表性的222个取样点,且烤烟结束后在各采样

点收集C3F烟叶样品222份,每份1.5 kg。

1.2 烟叶质量指标的测定

参照参考文献[22]的方法测定烟叶平衡含水率、全叶重、叶长、叶宽、含梗率、填充值、梗重等物理特性指标。参照参考文献[23]的方法进行外观质量打分。样品粉碎过40目筛后,采用近红外光谱法检测烟叶化学成分^[24]。参照参考文献[25]的方法由上海烟草集团技术中心和中国农业科学院烟草研究所评吸专家进行感官质量评价。

1.3 数据分析

采用SAS 9.4对相关数据进行描述性统计、典型相关分析^[21]和逐步回归分析,使用Microsoft Excel 2019进行图表制作。

2 结果与分析

典型相关分析主要借用主成分分析法,分别提取两组变量主成分,使两组变量之间的相关程度达到最大,以提取的主成分相关性描述两组变量整体的线性相关关系^[19]。主要用感官评吸指标和物理特性指标、化学成分指标、外观质量指标进行典型相关分析。下文中感官评吸质量的典型变量用U表示;物理特性指标、化学成分指标、外观质量指标均用V表示。

2.1 烟叶外观质量与感官评吸质量的典型相关分析

由表1可知,两组典型变量的结构式具体如下。标准化的第一对典型变量为:

表1 外观质量与感官评吸质量指标标准化典型系数及结构相关系数

代号	感官评吸指标	第一对典型变量		第二对典型变量	
		典型系数	结构相关系数	典型系数	结构相关系数
y ₁	香气质	-0.703 5	0.213 5	-0.179 5	0.080 1
y ₂	香气量	0.222 1	0.283 7	-0.626 3	-0.548 2
y ₃	透发性	-0.351 2	0.341 7	-0.182 3	-0.500 6
y ₄	杂气	-0.131 1	0.291 8	0.100 2	0.217 4
y ₅	细腻柔和程度	0.495 1	0.391 8	0.451 4	0.338 0
y ₆	圆润感	0.911 6	0.878 7	0.581 4	-0.037 8
y ₇	刺激性	0.032 4	0.449 3	-0.729 6	-0.193 9
y ₈	干燥感	0.072 3	0.392 4	0.581 4	0.185 1
y ₉	余味	0.328 5	0.631 7	-0.537 6	-0.332 3
x ₁	颜色	0.558 5	0.960 6	-1.342 1	-0.065 1
x ₂	身份	-0.154 7	0.322 0	0.822 4	0.742 8
x ₃	油分	0.538 6	0.953 2	1.074 6	0.280 8

$$U_1 = -0.7035y_1 + 0.2221y_2 - 0.351y_3 - 0.1311y_4 + 0.4951y_5 + 0.9916y_6 + 0.0324y_7 + 0.0723y_8 + 0.3285y_9$$

$$V_1 = 0.5585x_1 - 0.1547x_2 + 0.5386x_3$$

标准化的第二对典型变量为:

$$U_2 = -0.1795y_1 - 0.6263y_2 - 0.1823y_3 + 0.1002y_4 + 0.4514y_5 + 0.5814y_6 - 0.7296y_7 + 0.581y_8 - 0.5367y_9$$

$$V_2 = -1.3421x_1 + 0.8224x_2 + 1.0746x_3$$

从上述方程可以看出,在 U_1 中香气质和圆润感典型系数较大,从结构相关系数来看,圆润感与 U_1 结构相关系数较大,余味次之;在 V_1 中颜色和油分典型系数相对较大,同时颜色、油分与 V_1 结构相关系数达到了0.9606、0.9532,可以看出第一对典型变量主要描述了颜色和油分对感官评吸质量指标圆润感、余味的影响;第二对典型变量在 U_2 中香气量、圆润感、刺激性、干燥感、余味典型系数相对较大,从结构相关系数来看,香气量、透发性和 U_2 相关性较大,相关系数分别为-0.5482、-0.5006;在 V_2 中,三个指标典型系数都大,而从结构相关系数来看,与 V_2 相关性最好的是身份,所以第二对典型变量主要描述了身份与感官评吸质量指标香气量、透发性之间的关系。

外观质量与感官评吸质量的典型相关分析结

果见表2,其中前两对典型变量相关系数达到1%显著水平,累计方差贡献率达到了98.13%,说明前两对典型变量可以充分代表感官评吸质量和外观质量且显著相关,可以通过外观质量的综合指标对感官评吸质量指标进行一定预测。

表2 外观质量与感官评吸质量指标的典型相关分析结果

典型变量	典型相关系数	贡献率	累计贡献率	Pr>F
1	0.636 132	0.749 1	0.749 1	<0.000 1
2	0.417 159	0.232 2	0.981 3	0.000 2
3	0.129 076	0.018 7	1.000 0	0.824 1

2.2 烟叶物理特性与感官评吸质量的典型相关分析

由表3可知,两组典型变量的结构式如下。

第一对典型变量为:

$$U_1 = 0.2090y_1 - 0.5402y_2 - 0.0161y_3 - 0.3993y_4 + 0.2314y_5 + 1.0655y_6 + 0.3327y_7 - 0.1379y_8 - 0.4218y_9$$

$$V_1 = 0.5165x_1 + 0.5248x_2 - 0.7445x_3$$

第二对典型变量为:

$$U_2 = 0.1220y_1 + 0.1288y_2 + 0.8189y_3 + 0.5059y_4 + 0.1293y_5 - 0.3625y_6 + 0.2646y_7 + 0.0831y_8 + 0.0488y_9$$

$$V_2 = 0.9186x_1 - 0.1825x_2 - 0.0747x_3$$

表3 物理特性与感官评吸质量指标标准化典型系数及结构相关系数

代号	感官评吸指标	第一对典型变量		第二对典型变量	
		典型系数	结构相关系数	典型系数	结构相关系数
y_1	香气质	0.209 0	0.397 2	0.122 0	0.467 8
y_2	香气量	-0.540 2	-0.167 6	0.128 8	0.506 8
y_3	透发性	-0.016 1	-0.043 1	0.818 9	0.632 0
y_4	杂气	-0.399 3	0.069 2	0.505 9	0.567 0
y_5	细腻柔和程度	0.231 4	0.490 0	0.129 3	0.425 6
y_6	圆润感	1.065 5	0.656 0	-0.362 5	0.482 5
y_7	刺激性	0.332 7	0.459 8	0.264 6	0.444 1
y_8	干燥感	-0.137 9	0.196 9	0.083 1	0.525 9
y_9	余味	-0.421 8	0.201 0	0.048 8	0.652 5
x_1	平衡含水率	0.516 5	0.190 2	0.918 6	0.977 9
x_2	叶宽	0.524 8	0.648 5	-0.182 5	-0.393 0
x_3	含梗率	-0.744 5	-0.754 0	0.074 7	0.401 3

从典型系数看出,在 U_1 中,圆润感典型相关系数最好,香气量次之,从结构相关系数来看,感官评吸质量指标圆润感与 U_1 的结构相关系数最高,在 V_1 中,平衡含水率、叶宽、含梗率典型相关系数都比较好,而烟叶物理特性指标含梗率与 V_1 的结构相关系数最大,叶宽次之,因此,第一对典

型变量主要反映了含梗率和叶宽对感官评吸指标圆润感的影响。从第二对典型变量可以看出, U_2 中透发性、杂气典型系数较高,而从结构相关系数来看,香气量、透发性、杂气、干燥感、余味与 U_2 的相关性都较高,在 V_2 中平衡含水率典型系数与结构相关系数都比较高,因此第二对典型变量主

要反映了香气量、透发性、杂气、干燥感、余味等与平衡含水率的关系密切。

表4物理特性与感官评吸质量的典型相关的分析结果中前两对的相关系数达到1%显著水准,累计方差贡献率达到了99.04%,说明前两对典型变量可以充分代表感官评吸质量和物理特性且显著相关,物理特性的综合指标一定程度上可以为初烤烟叶感官评吸质量的预测提供指导。

表4 物理特性与感官评吸质量指标典型相关分析结果

典型变量	典型相关系数	贡献率	累计贡献率	Pr>F
1	0.482 363	0.606 8	0.606 8	<0.000 1
2	0.401 079	0.383 6	0.990 4	0.001 2
3	0.069 121	0.009 6	1.000 0	0.994 4

2.3 烟叶主要化学成分与感官评吸质量的典型相关分析

由表5可知,两组典型变量的结构式如下。

第一对典型变量为:

$$U_1=0.3029y_1+0.5377y_2-0.0459y_3+0.2589y_4-0.6083y_5-0.5112y_6-0.6096y_7-0.0387y_8+0.7475y_9$$

$$V_1=-0.5353x_1-0.5978x_2+0.9138x_3$$

第二对典型变量为:

$$U_2=-0.2318y_1-0.0509y_2-1.1146y_3-0.0085y_4-0.3471y_5+0.8874y_6-0.7446y_7+0.6211y_8+0.4094y_9$$

$$V_2=0.9148x_1+0.1330x_2+0.1105x_3$$

标准化相关系数表明,在 U_1 中,余味、刺激性、细腻柔和程度、香气量、圆润感的典型系数较大,从结构相关系数来看,感官评吸质量指标中香气量与其典型变量 U_1 的相关系数最高;在 V_1 中,糖碱比的典型系数最大,糖碱比、钾与其典型变量 V_1 结构相关系数较高;可以看出第一对典型变量主要反映了钾和糖碱比与香气量关系密切。在 U_2 中,圆润感、刺激性、干燥感这三个指标典型系数较高,从结构相关系数来看,与 U_2 的结构相关系数最高的为透发性;在 V_2 中,烟碱的典型系数最高,烟碱与 V_2 结构相关系数最好,可见第二

表5 主要化学成分与感官评吸质量指标的标准化典型系数及结构相关系数

代号	感官评吸指标	第一对典型变量		第二对典型变量	
		典型系数	结构相关系数	典型系数	结构相关系数
y_1	香气质	0.302 9	-0.084 1	-0.231 8	0.129 0
y_2	香气量	0.537 7	0.627 1	-0.050 9	-0.125 2
y_3	透发性	-0.045 9	0.431 4	-1.114 6	-0.387 6
y_4	杂气	0.258 9	-0.060 5	-0.008 5	0.289 7
y_5	细腻柔和程度	-0.608 3	-0.473 8	-0.347 1	0.026 0
y_6	圆润感	-0.511 2	-0.070 5	0.887 4	0.339 9
y_7	刺激性	-0.609 6	-0.486 8	-0.744 6	0.005 1
y_8	干燥感	-0.038 7	-0.142 8	0.621 1	0.385 8
y_9	余味	0.747 5	0.130 0	0.409 4	0.191 4
x_1	烟碱	-0.535 3	0.027 1	0.914 8	0.989 4
x_2	钾	-0.597 8	-0.718 3	0.133 0	0.150 4
x_3	糖碱比	0.913 8	0.640 3	0.110 5	0.678 0

对典型变量主要描述了烟碱对透发性的影响。

表6中,前两对典型变量达到了极显著水平($P<0.01$),前两对典型变量的累计方差贡献率达到了93.29%,说明烟叶化学成分与感官评吸质量之间存在显著的典型相关,前两对典型变量可以充分代表烟叶的感官评吸质量和主要化学成分,

表6 主要化学成分与感官评吸质量指标典型相关分析结果

典型变量	典型相关系数	贡献率	累计贡献率	Pr>F
1	0.427 021	0.574 2	0.574 2	<0.000 1
2	0.349 653	0.358 7	0.932 9	0.006 4
3	0.159 362	0.067 1	1.000 0	0.597 1

通过化学成分的综合指标可以对初烤烟叶感官质量的预测提供指导。

2.4 评吸总分与外观质量、物理特性、化学成分之间的逐步回归分析

回归分析结果表明,方差分析达到极显著水平;入选的九个外观质量因素对感官评吸质量的决定系数回归系数达到 $R^2=0.794 8$,方程拟合度高,表明建立的模型能够解释建立模型79.48%的因变量变化,拟合的方程具有较好的参考价值。由表7可知,回归方程的入选指标系数均达到了极显著的水平。由此可以得出文山烟叶评吸总分与外观质量、物理特性、化学成分指标的多元回归方程为:

表7 评吸总分与外观质量、物理特性、化学成分的相关系数分析

项目	参数估计	标准误差	t 值	Pr> t	标准化估计
截距	31.054 86	1.579 64	19.66	<0.000 1	0
成熟度	7.615 59	1.504 49	5.06	<0.000 1	0.170 94
平衡含水率	4.277 04	0.635 38	6.73	<0.000 1	0.242 73
含梗率	1.814 44	0.564 60	3.21	0.001 5	0.111 43
总植物碱	4.150 49	0.609 07	6.81	<0.000 1	0.311 20
还原糖	2.566 58	0.747 60	3.43	0.000 7	0.117 19
糖碱比	5.208 37	0.571 39	9.12	<0.000 1	0.386 96
氮碱比	3.510 04	0.974 02	3.60	0.000 4	0.123 66
两糖比	3.504 50	0.586 07	5.98	<0.000 1	0.196 36
钾氯比	2.675 17	0.392 00	6.82	<0.000 1	0.228 77

$$Y=31.05486+7.61559x_{\text{成熟度}}+4.27704x_{\text{平衡含水率}}+1.81444x_{\text{含梗率}}+4.15049x_{\text{总植物碱}}+2.56658x_{\text{还原糖}}+5.20837x_{\text{糖碱比}}+3.51004x_{\text{氮碱比}}+3.50450x_{\text{两糖比}}+2.67517x_{\text{钾氯比}}$$

3 讨论

因原始变量的数据大小差异较大,不宜以典型变量的系数来衡量各典型变量的代表性,该研究中以典型变量得分与原始变量的相关系数进行讨论。

在外观质量和感官评吸质量指标典型相关分析中,第一对典型变量(U_1, V_1)中,由于 U_1 与圆润感、余味呈高度正相关,可以认为随着圆润感和余味的增加, U_1 有增加的趋势。 V_1 与颜色、油分呈高度正相关,反映出在一定的范围内随着颜色和油分的增加,烟叶的圆润感和余味得分也相应提高;颜色、油分与糖类物质含量密切相关,以往的研究也表明糖类物质多而含氮类物质少的烟叶往往油分多、颜色也好^[26]。文山烟区属于烟叶生产适宜区,但是部分地区所产烟叶存在烟碱含量高,烟碱含量高的烟叶油分相对不足,颜色较深,香气量、圆润感也会下降。第二对典型变量(U_2, V_2)中,由于 U_2 与香气量、透发性存在负相关, V_2 与烟叶身份呈正相关,这一对线性组合说明身份得分降低的烟叶表现出了较好的香气量和透发性,而焦绍赫等^[27]的研究认为江西的烤烟,烟叶身份对香气量起正向作用,这可能是文山地区烟叶由于身份与其他指标间存在相关关系,导致它的直接作用被掩盖。

在物理特性与感官评吸质量指标的典型性相关分析中,第一对典型变量中 U_1 与感官评吸质量指标圆润感、刺激性呈高度正相关, V_1 与含梗率呈高度负相关,可以认为随着烟叶含梗率的增

加,相应的圆润感、刺激性会下降。烟梗的纤维素含量高,含梗率大的烟叶一般香气量不足,劲头小,圆润感也比较低,所以烟叶含梗率会制约烟叶的圆润感。刘阳等^[4]的研究表明,含梗率与刺激性存在负相关关系,尽管处于不同烟区,但是结果均表明烟叶含梗率对其刺激性都有一定的影响。第二对典型变量(U_2, V_2)中,余味、透发性、杂气、香气量、干燥感与 U_2 都呈正相关;平衡含水率与 V_2 呈高度正相关,这一对线性组合说明烟叶平衡含水率上升,烟叶的余味、透发性、杂气、香气量、干燥感也会相应增加,闫克玉等^[28]研究表明,河南烟叶的平衡含水率与感官评吸质量密切相关,说明平衡含水率确实制约着烟叶的感官评吸质量。

化学成分与感官评吸质量指标的典型性相关分析中,第一对典型变量中香气量与 U_1 呈高度正相关, V_1 与钾呈负相关,与糖碱比呈正相关,这一对线性组合说明烟叶香气量主要受钾、糖碱比这两个指标的影响,随着钾含量下降,糖碱比上升,烟叶香气量会有上升的趋势,这个结果与王允白等^[29]的研究结论基本一致,他们认为感官评吸质量好的样品还原糖含量较高,烟碱含量适中,钾含量较高,糖碱比、钾氯比、氮碱比均较高。 U_2 与透发性呈负相关, V_2 与烟碱呈正相关,这一对线性组合可以说明烟碱含量的增加会引起烟叶透发性下降,由于文山气候和海拔因素使得部分烟区烟叶烟碱含量偏高,而还原糖的含量较低^[4]。同样,耕作方式也可能影响烟叶烟碱含量^[5],所以烟碱含量是制约文山烟区烟叶感官质量的重要因素。

逐步回归分析结果也表明感官评吸总分与烟叶成熟度、平衡含水率、含梗率、总植物碱、还原糖、糖碱比、氮碱比、两糖比、钾氯比等指标之间均为极显著正相关关系,且决定系数达到了80%,

表明文山地区烟叶的感官质量与这九个指标之间有着密切的关系,一定范围内可以通过该关系模型感官评吸总分进行预测。

4 结 论

通过对文山烟叶理化指标与感官质量之间的典型相关分析和回归分析,对感官质量与理化指标之间的相关性进行了一定的研究探讨,确定了感官质量指标与理化指标之间的相关性。综合得出,在一定范围内,通过理化指标能够很好地对感官评吸的指标及评吸总分进行综合预测。本文旨在为文山地区烟叶质量评估、减少鉴定成本提供参考。

参考文献:

- [1] 邓小华. 湖南烤烟区域特征及质量评价指标间关系研究[D].长沙:湖南农业大学,2007.
- [2] 李洪勋. 不同施氮量和密度对烤烟产量和质量的影响[J]. 吉林农业科学,2008,33(3):22-26.
- [3] 刘 丹,朴世领,郑仙霞,等. 干旱胁迫下氮对烤烟生长及生理特性的影响[J]. 吉林农业科学,2008,33(2):29-31,52.
- [4] 李天福,王 彪,杨焕文,等. 气象因子与烟叶化学成分及香吃味间的典型相关分析[J]. 中国烟草学报,2006,12(1):4.
- [5] 孟祥东,赵铭钦,李元实,等. 不同耕作模式对烤烟常规化学成分、经济指标及香气成分的影响[J]. 云南农业大学学报(自然科学版),2010,25(5):642-647.
- [6] 刘 阳,张大纯,刘海轮,等. 环秦岭区域烤烟物理特性及其与评吸质量的关系[J]. 福建农林大学学报(自然科学版),2018,47(1):15-20.
- [7] 张加云,何其晶,余凌翔,等. 云南新烟区与津巴布韦KRK26烟叶化学成分相似性分析[J]. 云南农业大学学报(自然科学版),2011,26(S2):47-52.
- [8] 玄寿学,吴国贺,黄 勇,等. 镉对烟草生长和产量、质量影响的研究[J]. 吉林农业科学,1998,23(2):50-54.
- [9] 金爱兰,徐振明,郑成进,等. 晒红烟烟碱含量的研究[J]. 吉林农业科学,1996,21(4):77-81.
- [10] 徐泽桐,刘亚相,袁 帅,等. 化学成分指标对感官质量的影响及陕西省烟叶质量综合评价[J]. 西南农业学报,2018,31(9):1953-1960.
- [11] 陈剑明,杨式华,冯洪涛,等. 云南主产区烟区烟叶水溶性糖与感官质量相关及通径分析[J]. 西南农业学报,2017,30(11):2506-2511.
- [12] 赵友根,拓阳阳,李贵刚,等. 复烤烟叶C3F等级主要化学成分与感官评吸质量的相关性[J]. 贵州农业科学,2018,46(9):126-129.
- [13] 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.
- [14] 向金友,谢 冰,张吉亚,等. 初烤烟叶主要化学成分与其部分感官评吸指标的关系[J]. 贵州农业科学,2010,38(11):90-92.
- [15] 朱保昆,王明锋,韩 毅,等. 烤烟主要烟气化学成分对卷烟感官舒适度的影响研究[J]. 云南大学学报(自然科学版),2012,34(1):77-83.
- [16] 张延军,左安建,梁 荣,等. 湖南烤烟成熟度与评吸质量的相关性和回归分析[J]. 江西农业学报,2011,23(7):69-71.
- [17] 韩定国,易 克,王 翔,等. 昆明不同亚气候带烤烟感官评吸质量与糖类及其相关指标的关系[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版),2011,37(2):131-134.
- [18] 沈利臣,卢晓华,刘元德,等. 不同烟区烟叶外观质量与其感官评吸质量的关系分析[J]. 安徽农学通报,2019,25(17):34-37.
- [19] 梁 荣,杨 庆,刘新民,等. 粤、闽烟叶外观质量和评吸质量的相关性研究[J]. 江西农业学报,2014,26(8):33-38.
- [20] 张延军,李旭华,林锐锋,等. 主成分回归分析法在永州烟叶评吸质量与外观质量的关系模型构建中的应用[J]. 中国农学通报,2012,28(18):256-259.
- [21] 胡战军,马 林,程昌新,等. 烤烟外观质量与感官评吸指标间的关系分析[J]. 云南农业大学学报(自然科学版),2011,26(6):809-814.
- [22] 李瑞丽,张保林,王建民,等. 河南烤烟综合物理特性的因子分析及规律性研究[J]. 中国烟草学报,2014,20(6):90-96.
- [23] 闫克玉,赵献章. 烟叶分级[M]. 北京:中国农业出版社,2003:13-14.
- [24] 周 康,李青山,张富军,等. 采收成熟度对烤烟上部叶不同分切区段质量的影响[J]. 中国烟草科学,2021,42(2):63-64.
- [25] 武德传,周冀衡,李晓忠,等. 湖南和云南烤烟单料烟感官质量因子分析[J]. 中国烟草学报,2010,16(1):27-30.
- [26] 邓小华,周冀衡,陈冬林,等. 湖南烤烟氯含量状况及其对评吸质量的影响[J]. 烟草科技,2008(2):8-16.
- [27] 焦绍赫,何宽信,王念磊,等. 江西烤烟主要理化指标对感官评吸质量的影响[J]. 贵州农业科学,2018,46(1):21-24.
- [28] 闫克玉,王建民,屈剑波,等. 河南烤烟评吸质量与主要理化指标的相关分析[J]. 烟草科技,2001(10):3-4.
- [29] 王允白,王宝华,郭承芳,等. 影响烤烟评吸质量的主要化学成分研究[J]. 中国农业科学,1998(1):89-91.

(责任编辑:王丝语)