

不同贮叶条件下叶组主要致香成分含量的逐步判别分析

夏莺莺, 柴张棋, 樊杰, 张奇* (山西昆明烟草有限责任公司技术研发中心, 山西太原 030032)

摘要 为探索配方叶组(云烟某品牌)的最佳贮叶工艺条件,通过正交试验研究了不同贮叶工艺条件对叶组感官质量与致香物质含量的影响,并采用逐步判别分析方法建立了叶组在不同贮叶工艺条件下感官质量与致香物质含量的函数判别预测模型。结果表明:不同贮叶条件对配方叶组感官质量的影响明显,最佳工艺条件为45℃、85%、24 h。壬二烯醛、香叶醇、巨豆三烯酮A、二氢猕猴桃内酯4个变量代入判别函数,通过判别函数方差分析可知判别函数具有显著意义。用自身验证法和交互检验法对原样品进行回判,回判准确率均为100%,新样品的判别准确率为91.6%。基于叶组主要挥发性致香成分含量的判别分析模型具有较高的稳定性,可用于贮叶质量特征的判断。

关键词 贮叶;致香成分;逐步判别分析
中图分类号 TS41*1 **文献标识码** A
文章编号 0517-6611(2022)02-0190-04
doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2022.02.052



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Stepwise Discriminant Analysis of the Contents of Main Aroma Components in Different Conditions of Strip Bulking in Tobacco Blends

XIA Ying-ying, CHAI Zhang-qi, FAN Jie et al (Technology R&D Center, Shanxi Kunming Tobacco Co., Ltd., Taiyuan, Shanxi 030032)

Abstract In order to explore the optimum strip bulking conditions of tobacco blends of Yunyan, the effects of different conditions of strip bulking on the sensory quality and the contents of main aroma components of tobacco blends of Yunyan were studied by using the orthogonal experiment. The function discriminant prediction model for the sensory quality and contents of main aroma components in the tobacco blends of Yunyan under different strip bulking conditions was established based on stepwise discriminatory analysis. The results showed that different strip bulking conditions had the obvious effects on the sensory quality of tobacco blends. The optimum strip bulking conditions were 45 °C, 85%, 24 h. The four aroma components in tobacco were screened out and included in the discriminant function, including nonadienal, geraniol, megastigmatrienone A and dihydroactinidiolide. According to the variance analysis of the discriminant function, it was found that the discriminant function had significant meaning. The original samples were re-discriminated by using the methods of self and mutual test, the discrimination accuracy reached 100%. The discrimination accuracy for new samples was up to 91.6%. The discriminant analysis model for the contents of main aroma components in the tobacco blends had better stability, so it could be used to identify the quality characteristics of strip bulking.

Key words Strip bulking; Aroma components; Stepwise discriminant analysis

近年来,随着制丝精细化加工的要求,人们越来越重视贮叶工序对在化学成分和感官质量的影响^[1-3]。传统用常规化学成分含量衡量烟草及其制品的品质已不够全面、科学,随着化学分析手段的改进,应用现代分析技术揭示卷烟制丝过程中烟草制品的主要致香物质、感官质量与工艺参数之间的相关性成为可能。

逐步判别分析是根据事物特点的变量值和它们所属的类,求出判别函数,再根据判别函数对未知所属类别的事物进行分类的一种多元统计分析方法。它在地质学、医学、财经、生物种类鉴别等领域有着广泛应用^[4-9]。在烤烟香型和产地鉴定中,采用逐步判别分析方法构建烤烟化学成分的判别分析模型具有较高的稳定性、回顾性和前瞻性^[10-11]。然而,贮叶工艺条件与烟草致香物质、感官质量之间的关系以及逐步判别分析方法在制丝工艺中的应用研究鲜见报道。笔者从不同贮叶条件的全配方叶组(云烟某品牌)主要致香物质含量角度,采用逐步判别分析方法建立了不同工艺条件下贮叶样品的感官质量指标与致香物质含量的函数判别预测模型,旨在为不同贮叶工艺的叶组感官特征研究、致香物质的判断以及云烟品牌最优贮叶工艺参数探索提供理论依据。

1 材料与与方法

1.1 材料、设备与仪器 材料为云烟某品牌全配方叶组烟

叶。设备:气相色谱-质谱联用仪(7890A/5975C);全自动固相萃取及在线定量浓缩联用装置(SPE-浓缩仪);高、低温循环槽(郑州凯鹏实验仪器有限公司,型号KPGD-5120);万分之一天平(赛多利斯);热风循环式精密烘箱(德国BIND公司,型号FED240);程控箱式电阻炉(杭州卓驰仪器有限公司,型号SXL-1314);恒温恒湿箱(德国BIND公司,型号KBF240);同时蒸馏萃取装置(河南郑州)。

1.2 检测方法 将烟叶样品磨碎,过40目筛子,置于平衡箱中在温度(22±1)℃、相对湿度(60±2)%条件下平衡24 h,准确称取平衡后的烟末样品25.0 g,置入同时蒸馏萃取装置中,并加入固定量的内标化合物(乙酸苯甲酯);以二氯甲烷为溶剂,对烟末连续动态萃取2 h,所得提取物经干燥后浓缩定容至1.0 mL。浓缩液使用Agilent 6890N/5975气质联用分析仪分析,所得图谱经计算机谱库(NIST05, Wiley275)检索^[12]。

色谱柱:弹性石英毛细管柱 HP-FFAP(50 m×200 μm×0.3 μm);进样口温度250℃;FID温度250℃;载气为He;恒流方式,流量1.0 mL/min;H₂, 30 mL/min;空气,400 mL/min;尾吹气N₂, 30 mL/min。

升温程序:设定初始温度为70℃,保温1 min;然后,以2℃/min的速率升至175℃,保温20 min;再以1℃/min的速率升至200℃,保温60 min。进样量2 μL;分流比为10:1;传输线温度220℃;电离方式EI源;电离能量70 eV;离子源温度230℃;四极杆温度150℃;溶剂延迟时间6 min。定性分析采用谱库NIST08。由于缺乏标样,定量分析结果为香味物

作者简介 夏莺莺(1973—),女,安徽和县人,工程师,从事烟草加工工艺研究。*通信作者,工程师,从事烟草加工工艺研究。

收稿日期 2021-05-26;修回日期 2021-06-30

质的相对含量,具体分析成分见表 1。计算公式如下:

$$m_x = A_x / A_{\text{内标}} \times 215 \mu\text{g/mL} \times 1 \text{ mL}$$

式中, m_x 为香味物质的相对含量; A_x 为香味物质的峰面积; $A_{\text{内标}}$ 为内标物质的峰面积; $215 \mu\text{g/mL}$ 为内标物质的浓度; 1 mL 为样品的体积。

1.3 全配方叶组(云烟某品牌)评吸质量的量化评定 参照 YC/T138 和 HTS/QPM3-17 标准的规定,建立了云烟某品牌全配方叶组评吸质量指标及评分标准。

1.4 数据处理 通过正交试验设计不同贮叶条件的工艺参

数(表 2),然后将不同贮叶条件下叶组的致香物质数据与感官评价数据结合起来进行分析,将评吸结果分为好(评吸总分 50 分以上)、中(评吸总分 45~50 分)、差(评吸总分 45 分以下)的样本进行分类。使用 SPSS 15.0 软件,按照统计量 Wilks λ 最小值原则选择变量,进行逐步判别分析并建立判别方程。然后,进行训练样本的回判,计算回判准确率;将每一个样本从训练集中去掉,再按同样方法判别分析,进行内部交叉验证分析,验证所建立方程的稳定性;最后,采用外部验证样本验证判别方程的判别效果。

表 1 主要致香成分和香气指标

Table 1 Main aroma components and aroma indices

代号 Code	致香成分 Aroma components	代号 Code	致香成分 Aroma components	代号 Code	致香成分 Aroma components
X_1	吡啶	X_{29}	糠醇	X_{57}	辛酸
X_2	柠檬烯	X_{30}	2-甲基己酸	X_{58}	1-甲基-2-甲基苯-吡咯
X_3	2-己烯醛	X_{31}	1-乙炔基-4-甲氧基-苯	X_{59}	巨豆三烯酮
X_4	2-戊烷基呋喃	X_{32}	$\alpha, \alpha, 4$ -三甲基-3-环己烯基-1-甲醇	X_{60}	巨豆三烯酮 A
X_5	6-甲基-2-庚酮	X_{33}	4-乙酰基吡啶	X_{61}	2-甲氧基-4-乙炔基苯酚
X_6	面包酮	X_{34}	5-甲基糠醇	X_{62}	巨豆三烯酮 B
X_7	顺-(2-戊烯基)呋喃	X_{35}	茄酮	X_{63}	14-甲基十五酸甲酯
X_8	3-甲基-2-丁烯-1-醇	X_{36}	戊酸	X_{64}	pyridine-3-(1-methyl-1H-pyrrol-2-yl)
X_9	6-甲基-5-庚烯-2-酮	X_{37}	2,4-二甲基苯甲醛	X_{65}	二氢猕猴桃内酯
X_{10}	3-己烯-1-醇	X_{38}	β -大马酮	X_{66}	十六-7,10,13-三烯酸甲酯
X_{11}	壬醛	X_{39}	苯乙酸甲酯	X_{67}	6,10,14-三甲基-5,9,13-十五三烯-2-酮
X_{12}	4-异丙烯基-5,5-二甲基-4,5-二氢-1-氢-吡啶	X_{40}	β -二氢大马酮	X_{68}	9,12-十八-二烯酸
X_{13}	2-丙基环己酮	X_{41}	β -大马酮	X_{69}	十八酸甲酯
X_{14}	2-甲基-6-庚烯-1-醇	X_{42}	烟酸甲酯	X_{70}	吡啶
X_{15}	糠醛	X_{43}	己酸	X_{71}	$z(1H)$ -naphthalenone-4a,5,8,8a-tetrahydro-1,1,4a-trimethyl-trans
X_{16}	2,4-庚二烯醛	X_{44}	香叶醇	X_{72}	2,3'-联吡啶
X_{17}	乙酰基呋喃	X_{45}	香叶基丙酮	X_{73}	2,4-二甲基苯甲醛
X_{18}	苯甲醛	X_{46}	檀香醇	X_{74}	9,12-十八-二烯酸甲酯
X_{19}	3,7-二甲基-1,6-辛二烯-3-醇	X_{47}	对甲氧酚	X_{75}	长叶马鞭草烯酮
X_{20}	2-乙酰基吡啶	X_{48}	烟碱	X_{76}	3-羟基- β -大马酮
X_{21}	5-甲基糠醛	X_{49}	苯甲醇	X_{77}	9,12,15-十八-三烯酸甲酯
X_{22}	己酸环丁酯	X_{50}	苯乙醇	X_{78}	植醇
X_{23}	壬二烯醛	X_{51}	3,7-二甲基甲庚-6-烯-1-酯	X_{79}	Neodihydrocarveol
X_{24}	2-环戊烯-1,4-二酮	X_{52}	2-乙酰基吡咯	X_{80}	十四烷酸
X_{25}	$\alpha, 4$ -二甲基-3-环己烯-1-乙醛	X_{53}	1,2-环氧- β -紫罗兰酮	X_{81}	十二烯基琥珀酸酐
X_{26}	2,6,6-三甲基-1-环己烯-1-甲醛	X_{54}	4-(2,6,6-三甲基-1,3-环己二烯)3-烯-丁-2-酮	X_{82}	9,12,15-十八-三烯酸
X_{27}	对甲基苯甲醛	X_{55}	苯酚	X_{83}	十八烷酸
X_{28}	苯乙醛	X_{56}	6,8-nonadien-2-one-6-methyl-5(1-methylethylidene)	X_{84}	十六烷酸

表 2 贮叶工艺参数因素与水平设计

Table 2 The factor and level design for the technical parameters of strip bulking

水平 Level	因素 Factor		
	贮叶温度 Temperature for strip bulking/°C	贮叶湿度 Humidity for strip bulking/%	贮叶时间 Time for strip bulking/h
1	25	60	4
2	35	70	8
3	45	80	12

2 结果与分析

2.1 各贮叶条件样品感官质量 全配方叶组经 9 种贮叶条件工艺处理后,分别对每种工艺条件处理后的样品和未处理样品进行对比评吸,结果见表 3~4。由表 3~4 可知,加工前样品烟气“清香”特征明显,烟气浓度和丰满程度较好,舌面

有滞舌感,木质气略显,烟气干燥感和刺激感强。经过 9 种不同贮叶条件工艺处理后叶组的感官质量综合指标均有所提高,其中样品 2(45 °C、55%、24 h),样品 5(25 °C、70%、14 h),样品 7(45 °C、85%、14 h)贮叶条件下的样品优于原样及其他工艺条件下的样品。经过这 3 种贮叶工艺处理后,烟气湿润度较好,圆润感提升,较处理前样品烟香更柔绵细腻,清晰度提升且回甜较为丰富。

2.2 判断函数的建立 对云烟某品牌配方叶组的 84 种挥发性致香物质进行逐步判别分析,结果见表 5。从表 5 可以看出,用于判别分析的变量并不是越多越好。变量个数增多,不仅会增大计算量,而且可能会使判别样品的训练次数增加,从而降低精确度,所以建立高质量的判别函数必须从众多的自变量中挑选出对函数起显著作用的变量。最终有 4 个变量引入判别函数,剔除了 80 个变量。这 4 个变量分别

为壬二烯醛(X_{23})、香叶醇(X_{44})、巨豆三烯酮 A(X_{59})、二氢猕猴桃内酯(X_{65})。这 4 种挥发性、半挥发性成分对卷烟感官品质的影响分析^[13]见表 6,最终得到 2 个感官质量的典型判别函

数。感官评吸质量好的判别公式为 $F_1 = 846.178X_{23} - 31.49X_{44} + 300.004X_{59} - 461.919X_{65} - 239.639$;感官评吸质量中的判别公式为 $F_2 = -12.567X_{23} - 5.626X_{44} + 1.372X_{59} + 36.952X_{65} - 5.991$ 。

表 3 不同贮叶条件的云烟某品牌叶组评吸质量

Table 3 The smoking quality of a certain brand of Yunyan under different storage conditions

样品 Sample	温度 Temperature ℃	湿度 Humidity %	时间 Time h	香气质 Aroma quality	香气量 Aroma volume	杂气 Miscell- aneous gas	刺激性 Irritability	浓度 Concen- tration	劲头 Strethth	余味 Aftertaste	总分 Total score	评定结果 Judge- ment result
1	25	85	24	8.0	6.0	5.0	6.0	5.0	7.0	7.0	44.0	差
2	45	55	24	9.0	8.0	7.0	7.0	8.0	7.0	8.0	52.0	好
3	35	70	24	7.0	6.0	6.5	6.0	5.5	7.0	5.0	43.0	差
4	35	85	4	7.9	7.3	6.8	6.3	6.5	6.8	7.3	48.9	中
5	25	70	14	8.0	7.0	7.0	8.0	7.0	7.0	8.0	51.0	好
6	45	70	4	7.3	7.2	6.8	6.9	7.0	7.0	7.0	49.2	中
7	45	85	14	9.0	8.0	8.0	8.0	7.0	8.0	8.0	53.0	好
8	25	55	4	7.5	6.0	6.5	5.9	5.9	7.4	7.4	46.6	中
9	35	55	14	7.0	8.0	7.0	6.0	6.0	7.0	7.0	48.0	中
原样 Original samples	未处理	未处理	未处理	6.0	6.0	6.0	6.0	5.0	6.0	5.0	43.0	差

表 4 不同贮叶条件样品感官质量品质描述

Table 4 Sensory quality description of samples under different storage conditions

样品 Sample	贮叶工艺 Storage conditions	品质描述 Quality description
原样 Original samples	—	烟气浓度和丰满程度较好,舌面有滞舌感,木质气略显,烟气干燥,毛刺感略强
样品 1 Sample 1	25 ℃, 85%, 24 h	烟香透发性提升,湿润度下降,毛刺感提高
样品 2 Sample 2	45 ℃, 55%, 24 h	烟气协调感较好,圆润感提升,烟香丰富,透发性和清晰度提升
样品 3 Sample 3	35 ℃, 70%, 24 h	烟香较松散,杂气降低,烟气圆润感略有下降
样品 4 Sample 4	35 ℃, 85%, 4 h	烟气流畅,香韵略提高,口腔舒适性提高
样品 5 Sample 5	25 ℃, 70%, 14 h	烟气均衡感较好,圆润感提高,甜韵明显增强,回甜较丰富
样品 6 Sample 6	45 ℃, 70%, 4 h	烟气透发度提高,口感干净度有所提高,毛刺感降低
样品 7 Sample 7	45 ℃, 85%, 14 h	烟香柔绵绵腻感较好,湿润度较好,焦甜香特征突出,烟香丰富,回甜感增强
样品 8 Sample 8	25 ℃, 55%, 4 h	烟气圆润感略有提升,杂气降低,口腔干净度有所提高,有涩口感
样品 9 Sample 9	35 ℃, 55%, 14 h	烟气流畅,透发、香韵感略有提升,烟气略带叮刺感

表 5 挥发性、半挥发性致香物质与感官质量指标的费歇尔判别函数系数分析

Table 5 Fischer discriminant function coefficients analysis for volatile and semi-volatile aroma substances and sensory quality

系数 Coefficient	壬二烯醛 Nonadienal(X_{23})	香叶醇 Geraniol(X_{44})	巨豆三烯酮 A Macrostigmine A(X_{59})	二氢猕猴桃内酯 Dihydroactinidiolide(X_{65})	常量 Constant
A	846.178	-31.490	300.004	461.919	-239.639
B	-12.567	-5.626	1.372	36.952	-5.991

表 6 烟叶致香物质对卷烟品质的影响

Table 6 Effects of tobacco's aroma substances on the cigarette quality

化合物名称 Name of compounds	作用 Function	前体物质 Precursor substance	来源 Sources
壬二烯醛 Nonadienal	有强烈的清香香气,可赋予卷烟清香	类胡萝卜素	烟草色素
香叶醇 Geraniol	低浓度下可以增加卷烟的玫瑰香气、甜香,若浓度过高则会产生皂香和花香	—	—
巨豆三烯酮 A Macrostigmine A	具有使卷烟产生一种类似可可和白肋烟的宜人香味,可以增加烟香,提供清甜香韵	类胡萝卜素	烟草色素
二氢猕猴桃内酯 Dihydroactinidiolide	具有猕猴桃样的青滋香、果香,赋予卷烟烟气清甜和木香、凉香	类胡萝卜素	烟草色素

由表 7 可知,判别函数 F_1 、 F_2 特征值分别为 1 961.140 和 2.096,典型相关系数分别为 0.998 和 0.823,特征值分析显示第 1 个判别函数解释了所有变异的 99.9%,第 2 个判别函数解释了所有变异的 0.1%。由表 8 可知,Wilks' Lambda 表格

用来检验各个判别函数有无统计学显著意义,基于 P 值均小于 0.01 可推断出这 2 个判别函数的判别作用都显著成立。以筛选的 4 个变量组成的判别函数可以显著区分不同感官质量指标的差异。进行判别时,将样本的这 4 种致香物质指

标代入 4 个判别函数计算函数值,哪个函数值最大就说明试样可能属于哪种感官模型。

表 7 判别函数特征值

Table 7 Eigenvalues of the discriminant function

函数 Function	特征值 Eigenvalues	方差贡献值 Contribution value of variance//%	累计贡献值 Cumulative contribution value//%	相关系数 Correlation coefficient
1	1 961.140	99.9	99.9	0.998
2	2.096	0.1	100	0.823

表 8 判别函数显著性检验结果

Table 8 Significance test resultsof the discriminant function

函数 Function	Wilks' Lambda	χ^2	df	P
1	0.000 1	39.204	8	0.002
2	0.439 0	7.844	3	0.019

从图 1 可以看出,不同感官质量的样本在空间上能够很好地区分开来。感官质量好的样本与其他类别的差异较为明显,且主要是函数 1 上的区别。

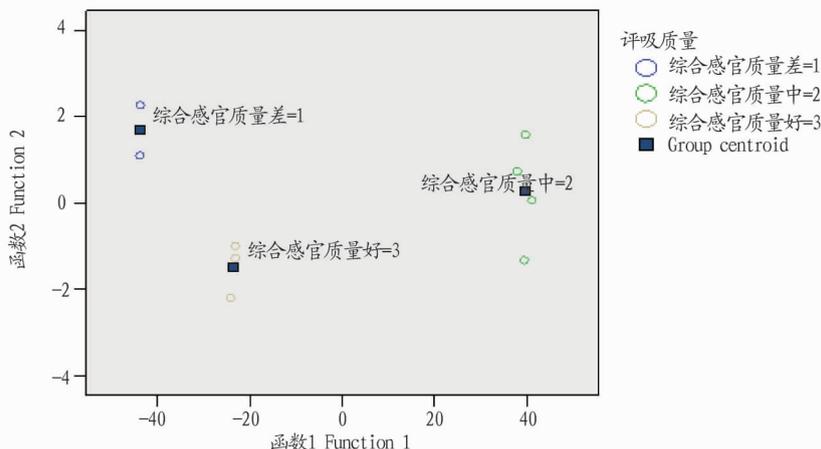


图 1 不同感官质量的致香物质在函数 1、2 上的空间分布

Fig.1 The spatial distribution of aroma substances with different sensory qualities on functions 1 and 2

2.3 判别效果检验 对于判别分析,所建立的判别函数用来判别时的准确率是至关重要的。采用自身验证法和交互验证法对原样品进行回判,结果见表 9。由表 9 可知,自身验证

的正确率为 100%,交互验证的正确率为 91.6%,说明该分类有一定的准确性,判别分析的预测结果较好,可用于实际情况。

表 9 不同感官模型的回判分析结果

Table 9 The re-discriminated analysis results of different sensory models

等级 Grade	自身验证 Self test			交互验证 Cross test		
	综合感官质量好 Good comprehensive sensory quality (>50 分)	综合感官质量中 Medium comprehensive sensory quality (45~50 分)	综合感官质量差 Poor comprehensive sensory quality (<45 分)	综合感官质量好 Good comprehensive sensory quality (>50 分)	综合感官质量中 Medium comprehensive sensory quality (45~50 分)	综合感官质量差 Poor comprehensive sensory quality (<45 分)
综合感官质量好 Good comprehensive sensory quality(>50 分)	100	0	0	100	0	0
综合感官质量中 Medium comprehensive sensory quality (45~50 分)	0	100	0	0	75	0
综合感官质量差 Poor comprehensive sensory quality(<45 分)	0	0	100	0	0	100
合计 Total	100	100	100	100	75	100

3 结论

该试验结果也表明,壬二烯醛、香叶醇、巨豆三烯酮 A、二氢猕猴桃内酯 4 种挥发性致香物质含量对卷烟质量和风格有重要的影响,而不同感官模型又有各自的显著特征。

(1) 判别函数 1 以二氢猕猴桃内酯为代表的类胡萝卜素降解产物综合感官质量好为显著特征,其中二氢猕猴桃酯在较低加入量的条件下对卷烟具有明显掩盖杂气、提升烟叶香

气质、增加烟叶香气量的效果,在吸用烟草时可起到消除刺激性的作用,对人体不会产生有害副作用^[14];巨豆三烯酮具有烟草香和辛香底韵,能增强烟香,改善吸味,调和烟气,减少刺激性作用,对人体不会产生有害的副作用^[15]。因此,这 4 种致香物质组成的判别线性函数 1 是 3 种贮叶工艺条件 (45 °C, 55%, 24 h; 25 °C, 70%, 14 h; 45 °C, 85%, 14 h) 与其他

(下转第 210 页)

- [3] 田丽娜,王秀荣,李广兴.抗菌肽 Sublancin 对蛋鸡免疫功能的影响研究[J].中国预防兽医学报,2020,42(2):268-273.
- [4] PAIK S H,CHAKICHERLA A,HANSEN J N.Identification and characterization of the structural and transporter genes for, and the chemical and biological properties of, sublancin 168, a novel lantibiotic produced by *Bacillus subtilis* 168[J].Journal of biological chemistry,1998,273(36):23134-23142.
- [5] GARCIA DE GONZALO C V,ZHU L Y,OMAN T J, et al.NMR structure of the S-linked glycopeptide sublancin 168[J].ACS chemical biology,2014,9(3):796-801.
- [6] 尚丽君,杨天任,于海涛,等.抗菌肽 Sublancin 与黄芪多糖对免疫抑制小鼠免疫功能调节作用的比较分析[J].畜牧兽医学报,2019,50(2):406-414.
- [7] 杨天任,王帅,黄烁,等.抗菌肽 Sublancin 与黄芪多糖对小鼠免疫调节作用的比较研究[J].动物营养学报,2018,30(6):2337-2345.
- [8] 张晓雅,杨青,王帅,等.抗菌肽 Sublancin 增强小鼠获得性免疫的研究[J].动物营养学报,2018,30(1):236-245.
- [9] WANG S, YE Q H, WANG K, et al.Enhancement of macrophage function by the antimicrobial peptide sublancin protects mice from methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* [J].Journal of immunology research,2019,2019:1-47.
- [10] WANG S, HUANG S, YE Q H, et al.Prevention of cyclophosphamide-induced immunosuppression in mice with the antimicrobial peptide sublancin[J].Journal of immunology research,2018,2018:1-11.
- [11] LIU Y K, ZHANG Y, WANG S, et al.A novel adjuvant "sublancin" enhances immune response in specific pathogen-free broiler chickens inoculated with Newcastle disease vaccine[J].Journal of immunology research,2019,2019:1-7.
- [12] 杨琼,刘进远,张代芬.抗菌肽在生猪养殖中的应用[J].安徽农业科学,2019,47(15):1-4.
- [13] OMAN T J, BOETTCHER J M, WANG H, et al.Sublancin is not a lantibiotic but an S-linked glycopeptide[J].Nature chemical biology,2011,7(2):78-80.
- [14] STEPPER J, SHASTRI S, LOO T S, et al.Cysteine S-glycosylation, a new post-translational modification found in glycopeptide bacteriocins [J].FEBS letters,2011,585(4):645-650.
- [15] 中国兽药典委员会.中华人民共和国兽药典(一部)[S].北京:中国农业出版社,2015:附录 37-39,69-70.
- [16] APFFEL A, FISCHER S, GOLDBERG G, et al.Enhanced sensitivity for peptide mapping with electrospray liquid chromatography-mass spectrometry in the presence of signal suppression due to trifluoroacetic acid-containing mobile phases[J].Journal of chromatography A,1995,712(1):177-190.
- [17] CHEN Y, MEHOK A R, MANT C T, et al.Optimum concentration of trifluoroacetic acid for reversed-phase liquid chromatography of peptides revisited[J].Journal of chromatography A,2004,1043(1):9-18.
- [18] MAO Y, KLEINBERG A, ZHAO Y L, et al.Simple addition of glycine in trifluoroacetic acid-containing mobile phases enhances the sensitivity of electrospray ionization mass spectrometry for biopharmaceutical characterization [J].Analytical chemistry,2020,92(13):8691-8696.
- [19] 国家药典委员会.中华人民共和国药典:2015 年版 四部[S].北京:中国医药科技出版社,2015:416-417.

(上接第 193 页)

工艺条件的显著区别特征。

(2) 判别函数 2 以香叶醇为代表的醇类物质综合感官质量中为显著特征。香叶醇可以增加卷烟的玫瑰香气、甜香,可以改善、修饰香烟的香味和抽吸口感^[16]。因此,这 4 种致香物质组成的判别线性函数 2 是 4 种贮叶工艺条件(35℃,85%,4 h;45℃,70%,4 h;25℃,55%,4 h;35℃,55%,14 h)与其他工艺条件的显著区别特征。

采用判别分析对不同工艺条件下贮叶样品致香物质含量进行预测分析。由于不同叶组配方中烟叶的品种、等级等存在差异,所以判别模型的建立还需要进一步完善。

参考文献

- [1] 魏杰,阴耕云,施红林,等.不同贮叶条件对烟草主要化学成分影响研究[J].云南大学学报(自然科学版),2010,32(S1):178-182.
- [2] 潘高伟,王川,甘学文,等.加料工序的不同工艺条件对烟草香味成分含量变化的影响研究[J].郑州轻工业学院学报(自然科学版),2007,22(Z1):43-48.
- [3] 简辉,熊文,王保兴,等.贮叶时间对卷烟化学成分及感官质量的影响[J].烟草科技,2006,39(6):9-12.
- [4] 卢纹岱.SPSS for Windows 统计分析[M].北京:电子工业出版社,2003.
- [5] 王献勇,刘树惠,赵攀.判别分析在矿体含矿性判别过程中的应用[J].工程地质计算机应用,2007(4):21-22,41.
- [6] 林德馨,高永琳,黄伟明,等.逐步判别分析乙型肝炎血清学检测结果[J].福建医科大学学报,2006,40(1):44-47.
- [7] 华长生.逐步判别分析模型在识别上市公司财务欺诈中的应用[J].当代财经,2008(12):119-122.
- [8] 李文荣,赵卫中,郭晋平,等.山西油松自然类型的划分及其性状的判别分析[J].植物学报,1994,36(4):312-319.
- [9] 唐海萍,蒋高明,张新时.判别分析方法在鉴别 C₃、C₄ 植物中的应用:以中国东北样带(NECT)的研究为例[J].植物学报,1999,41(10):1132-1138.
- [10] 毕淑峰,朱显灵,马成泽.判别分析在烤烟品质鉴定中的应用[J].中国农学通报,2005,21(1):79-80.
- [11] 秦璐,许自成,戴亚等.逐步判别分析在烤烟产地鉴定中的应用[J].江西农业学报,2009,21(11):13-16.
- [12] 谢剑平.烟草与烟气化学成分[M].北京:化学工业出版社,2010:59-60.
- [13] 史宏志,刘国顺,杨惠娟,等.烟草香味学[M].北京:中国农业出版社,2011:42-48.
- [14] 但东明,李庆廷,贺继兴,等.二氢猕猴桃内酯的合成及其对卷烟香气的作用[J].香料香精化妆品,2006(4):4-6.
- [15] 王建林,杨少龙,许炎妹,等.巨豆三烯酮的合成及表征[J].光谱学与光谱分析,2005(3):467-469.
- [16] 高茜,向能军,王乃定.香叶醇对卷烟主流烟气挥发性成分影响的研究[J].化学世界,2011,52(7):401-403,392.