

皖南烟叶的灰色关联度分析

边文杰, 舒俊生, 姚忠达*, 吴克松, 张福建, 周初跃, 杜丛中, 汪季涛 (安徽中烟工业有限责任公司技术中心, 安徽合肥 230088)

摘要 [目的]研究皖南烟叶的可用性, 筛选出符合“黄山”品牌的焦甜香特色原料。[方法]对2012年皖南核心农户的80个烟叶样品的常规化学成分进行灰色关联度分析和感官质量评价。[结果]分析显示, 核心农户A、B、C 3个类别的烟叶样品与“黄山”品牌卷烟烟叶原料要求的灰色关联度分别为0.73、0.69和0.65。感官质量由高到低顺序为A>B>C, 说明灰色关联度分析结果与评吸结果一致。[结论]核心农户A类样品的可用性最好, 符合“黄山”品牌对于原料的要求, 同时也表明灰色关联度分析法能够用于特色烟叶的筛选。

关键词 皖南烟叶; 灰色关联分析; 核心农户; 化学成分; 感官质量评价

中图分类号 S572 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2013)28-11480-03

Evaluation of Tobacco in Wannan with Grey Incidence Analysis

BIAN Wen-jie et al (Technology Center, China Tobacco Anhui Industrial Corporation, Hefei, Anhui 230088)

Abstract [Objective] Tobacco quality usability of Wannan was researched and tobacco with Jiao Tianxiang characteristics for cigarettes of “Huangshan” was screened. [Method] The routine chemical components of 80 tobacco samples from key farmers in Wannan were evaluated with the method of grey incidence analysis and the sensory quality of the samples was panel tested. [Results] The grey incidence degrees of the A, B and C categories samples from key farmers with the requirements for “Huangshan” brand cigarettes were 0.73, 0.69 and 0.65, respectively. The sensory quality of A category samples were the highest, followed by B and C, which agreed with the results of grey incidence analysis. [Conclusion] Tobacco quality usability of A categories samples from key farmers were the highest, which accord with the requirements for “Huangshan” brand cigarettes and the results showed that the method can be used for screening of tobacco with characteristics.

Key words Wannan tobacco; Grey incidence analysis; Key farmer; Chemical component; Sensory quality evaluation

皖南烟区是我国主要浓香型产区之一, 是焦甜香特色原料重点产区^[1], 充分了解皖南烟叶的化学特点, 不仅能够指导烟叶生产, 而且能够为卷烟工业企业筛选特色烟叶原料提供依据。灰色关联分析法是建立在灰色系统理论基础上的—种定量评价方法, 它根据评价因素之间发展态势的相似或相异程度, 来衡量评价因素之间的关联程度^[2-3]。目前灰色关联分析法已应用于烟草新品种的选育^[4-5], 区域烟叶质量的可用性研究^[6], 烟叶化学成分适宜性评价^[7]等方面, 而应用该方法来筛选、评价皖南焦甜香核心特色原料的研究还未见报道。因此, 笔者应用灰色关联分析法对皖南80户核心农户的烟叶质量可用性进行了初步评价, 旨在筛选适合“黄山”品牌的焦甜香特色原料。

1 材料与方法

1.1 样品的采集 按照取样代表性原则, 2012年选取了皖南烟区7个乡镇, 46个村民组的80户核心农户的80个C2F烟叶样品。

1.2 样品检测评吸 采用连续流动分析法测定烟叶样品的烟碱、钾、氯、总氮、总糖和还原糖含量^[8]。由安徽中烟技术中心7名感官质量评价委员对各烟叶样品进行感官质量评价, 分指标进行打分。评价指标包括: 香气质、香气量、透发性、细腻程度、柔和程度、圆润感、刺激性、干燥感、余味, 此外还包括香型、香韵及杂气。每个样品最终得分取7个评委的平均分。

1.3 数据分析 采用统计分析软件DPS和EXCEL进行数据处理, 根据因素之间发展态势的相似或相异程度, 衡量样

品中各指标与目标值之间的关联程度, 对皖南特色烟叶可用性进行评价。

2 结果与分析

2.1 皖南烟叶化学成分检测数据分析

2.1.1 数据处理。 皖南80户核心农户80个C2F烟叶样品的常规化学成分检测结果见表1。对表1中各常规化学成分含量检测数据进行量纲归一化处理, 以消除评价指标间量纲的差异, 即先根据黎妍妍等^[6]的研究结果确定, 钾氯比属S型, 烟碱、还原糖和糖碱比属抛物线型隶属度函数, 再将表1中化学成分含量检测数据按照函数类型代入S和抛物线型隶属函数式(1)和(2), 使各参评指标的原始数据转换为0~1的数值, 数值归一化处理结果见表2。

表1 皖南烟叶常规化学成分

编号	烟碱 %	总氮 %	总钾 %	还原糖 %	糖碱比	钾氯比
A1	2.23	0.21	1.89	20.18	9.05	9.00
A2	2.10	0.27	1.48	23.23	11.06	5.48
A3	2.19	0.35	1.90	22.60	10.32	5.43
A4	2.63	0.18	1.25	24.57	9.34	6.94
A5	1.96	0.13	1.59	25.66	13.09	12.23
A6	2.16	0.22	1.68	21.48	9.94	7.64
A7	1.76	0.21	1.78	24.98	14.19	8.48
A8	2.07	0.19	2.00	21.72	10.49	10.53
A9	2.31	0.40	1.72	25.43	11.01	4.30
A10	2.20	0.20	1.90	24.10	10.95	9.50
A11	2.11	0.23	2.14	20.47	9.70	9.30
A12	1.86	0.41	1.54	23.40	12.58	3.76
A13	1.94	0.24	1.96	22.22	11.45	8.17
A14	2.68	0.25	1.77	19.15	7.15	7.08
A15	1.87	0.36	1.55	24.70	13.21	4.31
A16	1.87	0.45	1.60	19.01	10.17	3.56
A17	1.90	0.28	1.60	23.54	12.39	5.71
A18	1.97	0.66	1.29	29.31	14.88	1.95

作者简介 边文杰(1987-), 男, 湖北仙桃人, 农艺师, 硕士, 从事烟叶原料研究, E-mail: bianwenjie717@126.com。*通讯作者, 高级农艺师, 硕士, 从事烟叶原料研究, E-mail: yaozdmail@ sina.com。

收稿日期 2013-07-26

接下表

续表 1

编号	烟碱 %	总氮 %	总钾 %	还原糖 %	糖碱比	钾氮比
A19	1.97	0.64	1.13	23.96	12.16	1.77
A20	2.04	0.70	1.28	23.60	11.57	1.83
A21	2.16	0.17	1.83	22.38	10.36	10.76
A22	2.17	0.31	1.55	21.99	10.13	5.00
A23	2.59	0.24	1.71	20.69	7.99	7.13
A24	1.88	0.94	1.59	24.47	13.02	1.69
A25	1.50	0.43	1.38	30.99	20.66	3.21
A26	1.53	0.44	1.41	31.57	20.63	3.20
A27	1.41	0.16	1.81	26.08	18.50	11.31
A28	1.99	0.76	2.03	26.55	13.34	2.67
A29	2.01	0.47	2.05	25.58	12.73	4.36
A30	2.30	0.64	1.94	21.71	9.44	3.03
A31	2.05	0.44	1.73	27.29	13.31	3.93
A32	2.55	0.19	1.95	22.89	8.98	10.26
A33	2.68	0.29	2.26	20.76	7.75	7.79
B1	2.82	0.50	1.83	18.76	6.65	3.66
B2	1.90	0.19	1.49	18.33	9.65	7.84
B3	2.52	0.26	1.77	21.13	8.38	6.81
B4	2.65	0.20	1.84	18.90	7.13	9.20
B5	2.45	0.17	1.95	26.24	10.71	11.47
B6	1.91	0.16	2.10	30.27	15.85	13.13
B7	2.68	0.21	2.41	19.44	7.25	11.48
B8	2.73	0.30	2.20	23.55	8.63	7.33
B9	2.02	0.53	1.84	22.14	10.96	3.47
B10	2.38	1.70	1.84	24.97	10.49	1.08
B11	2.48	0.24	2.07	20.88	8.42	8.63
B12	1.53	0.12	1.85	21.80	14.25	15.42
B13	2.18	0.52	1.33	19.85	9.11	2.56
B14	1.86	0.59	1.27	25.20	13.55	2.15
B15	2.09	0.83	1.04	24.95	11.94	1.25
B16	2.25	0.82	1.20	24.10	10.71	1.46
B17	2.03	0.69	1.21	24.01	11.83	1.75
B18	2.01	0.86	1.19	23.60	11.74	1.38
B19	2.22	0.79	1.10	25.53	11.50	1.39
B20	2.09	0.62	1.22	23.54	11.26	1.97
B21	2.03	0.74	1.18	24.04	11.84	1.59
B22	2.55	0.15	1.79	26.84	10.53	11.93
B23	2.23	0.19	1.60	22.33	10.01	8.42
B24	1.67	0.94	1.31	24.99	14.96	1.39
B25	1.83	0.81	1.57	23.04	12.59	1.94
B26	1.69	0.74	1.47	30.46	18.02	1.99
B27	2.80	0.34	1.94	23.74	8.48	5.71
B28	1.97	0.11	2.11	29.25	14.85	19.18
B29	2.58	0.45	2.01	22.88	8.87	4.47
B30	2.99	0.30	2.34	18.67	6.24	7.80
B31	2.83	0.35	2.30	19.10	6.75	6.57
B32	2.70	0.32	1.91	24.03	8.90	5.97
C1	1.86	0.24	1.87	21.68	11.66	7.79
C2	2.63	0.34	1.87	19.87	7.56	5.50
C3	2.52	0.26	1.85	20.70	8.21	7.12
C4	2.42	0.50	1.50	22.87	9.45	3.00
C5	2.10	0.20	1.71	25.07	11.94	8.55
C6	3.23	0.27	2.16	20.58	6.37	8.00
C7	3.18	0.29	1.51	15.71	4.94	5.21
C8	1.94	0.21	1.42	21.13	10.89	6.76
C9	2.35	0.33	1.12	22.12	9.41	3.39
C10	2.58	0.29	1.55	25.50	9.88	5.34
C11	2.09	0.29	1.16	28.41	13.59	4.00
C12	1.39	0.12	2.16	28.82	20.73	18.00
C13	1.15	0.12	1.84	27.15	23.61	15.33
C14	2.14	0.20	2.47	18.77	8.77	12.35
C15	2.07	0.15	2.03	22.81	11.02	13.53

注:编号中 A、B、C 代表根据感官质量划分的 3 个不同等级烟叶,大写字母后的阿拉伯数字代表各个等级的农户数。

$$f(x) = \begin{cases} 1.0 & x \geq x_2 \\ 0.9(x-x_1)/(x_2-x_1) + 0.1 & x_1 \leq x < x_2 \\ 0.1 & x < x_1 \end{cases} \quad (1)$$

$$f(x) = \begin{cases} 0.1 & x < x_1, x > x_2 \\ 0.9(x-x_1)/(x_3-x_1) + 0.1 & x_1 \leq x < x_3 \\ 1.0 & x_3 \leq x < x_4 \\ 1.0 - 0.9(x-x_4)/(x_2-x_4) & x_4 \leq x < x_2 \end{cases} \quad (2)$$

表 2 化学数据归一化处理值

编号	钾氮比	烟碱 %	还原糖 %	糖碱比	编号	钾氮比	烟碱 %	还原糖 %	糖碱比
A1	1.00	1.00	1.00	1.00	B8	0.88	0.59	1.00	0.83
A2	0.55	1.00	1.00	0.97	B9	0.18	1.00	1.00	1.00
A3	0.54	1.00	1.00	1.00	B10	0.10	1.00	0.78	1.00
A4	0.81	0.77	0.87	1.00	B11	1.00	1.00	1.00	0.74
A5	1.00	0.93	0.63	0.10	B12	1.00	0.15	1.00	0.10
A6	0.93	1.00	1.00	1.00	B13	0.10	1.00	0.97	1.00
A7	1.00	0.57	0.78	0.10	B14	0.10	0.75	0.73	0.10
A8	1.00	1.00	1.00	1.00	B15	0.10	1.00	0.79	0.58
A9	0.33	1.00	0.68	1.00	B16	0.10	1.00	0.98	1.00
A10	1.00	1.00	0.98	1.00	B17	0.10	1.00	1.00	0.63
A11	1.00	1.00	1.00	1.00	B18	0.10	1.00	1.00	0.67
A12	0.24	0.75	1.00	0.29	B19	0.10	1.00	0.66	0.78
A13	1.00	0.89	1.00	0.80	B20	0.10	1.00	1.00	0.88
A14	0.83	0.68	0.81	0.17	B21	0.10	1.00	0.99	0.62
A15	0.34	0.77	0.84	0.10	B22	1.00	0.91	0.36	1.00
A16	0.20	0.77	0.78	1.00	B23	1.00	1.00	1.00	1.00
A17	0.59	0.82	1.00	0.37	B24	0.10	0.41	0.78	0.10
A18	0.10	0.95	0.10	0.10	B25	0.10	0.69	1.00	0.28
A19	0.10	0.95	1.00	0.48	B26	0.10	0.44	0.10	0.10
A20	0.10	1.00	1.00	0.74	B27	0.59	0.46	1.00	0.77
A21	1.00	1.00	1.00	1.00	B28	1.00	0.95	0.10	0.10
A22	0.46	1.00	1.00	1.00	B29	0.36	0.86	1.00	0.94
A23	0.84	0.84	1.00	0.54	B30	0.96	0.12	0.70	0.10
A24	0.10	0.78	0.89	0.10	B31	0.74	0.41	0.80	0.10
A25	0.14	0.10	0.10	0.10	B32	0.63	0.64	0.99	0.96
A26	0.14	0.15	0.10	0.10	C1	0.96	0.75	1.00	0.70
A27	1.00	0.10	0.53	0.10	C2	0.55	0.77	0.97	0.35
A28	0.10	0.98	0.43	0.10	C3	0.84	0.96	1.00	0.65
A29	0.35	1.00	0.64	0.22	C4	0.10	1.00	1.00	1.00
A30	0.11	1.00	1.00	1.00	C5	1.00	1.00	0.76	0.58
A31	0.27	1.00	0.26	0.10	C6	1.00	0.10	1.00	0.10
A32	1.00	0.91	1.00	0.99	C7	0.50	0.10	0.10	0.10
A33	0.96	0.68	1.00	0.44	C8	0.78	0.89	1.00	1.00
B1	0.22	0.42	0.72	0.10	C9	0.17	1.00	1.00	1.00
B2	0.97	0.82	0.62	1.00	C10	0.52	0.86	0.66	1.00
B3	0.79	0.96	1.00	0.72	C11	0.28	1.00	0.10	0.10
B4	1.00	0.73	0.75	0.16	C12	1.00	0.10	0.10	0.10
B5	1.00	1.00	0.50	1.00	C13	1.00	0.10	0.29	0.10
B6	1.00	0.84	0.10	0.10	C14	1.00	1.00	0.72	0.90
B7	1.00	0.68	0.87	0.21	C15	1.00	1.00	1.00	0.99

注:参考序列均为 1.0。

根据烤烟分级专家的意见及“黄山”牌卷烟对皖南烟叶化学成分含量检测数据的分布情况统计,确定各参评指标所属隶属函数类型及曲线转折点见表 3。

表3 各指标所属隶属函数及曲线转折点

项目	烟碱//%	还原糖//%	糖碱比	钾氯比
函数类型	抛物线型	抛物线型	抛物线型	S型
下临界值(x ₁)	1.5	16	7	3
适宜值下限(x ₃)	2.0	20	9	-
适宜值上限(x ₄)	2.5	24	11	-
上临界值(x ₂)	3.0	28	13	8

2.1.2 加权关联度及指标权重的计算^[6]。根据灰色系统理论中关联度分析原则,“参考序列”的质量是系统中质量最高的,又由于在对原始数据进行处理时,各质量指标在最适范围内的取值定为1.0,因此“参考序列”中各参评指标均定为1.0,即X₀={1.0,1.0,1.0,1.0},被评价类型各项质量指标构成的数列(比较数列)为x_i,x_i^(k)={x_i¹,x_i²,x_i³,x_i⁴},i=1,2,3,⋯,80。运用以下公式可以计算出x_i对x₀在第k个参评指标的关联系数。

$$\zeta_i = \frac{\min_k |x_0(k) - x_i(k)| + \rho \max_k |x_0(k) - x_i(k)|}{|x_0(k) - x_i(k)| + \rho \max_k |x_0(k) - x_i(k)|}$$

式中,ρ称为分辨系数,取0.5;min_k|x₀(k)-x_i(k)|、max_k|x₀(k)-x_i(k)|分别为两级最小差和两级最大差。

由于各质量指标的重要性不同,因此不能简单地将等权关联度作为计算结果,而应根据各指标作用的大小,分别给予不同的权重系数W(k)。按公式:

$$TQU_i = \sum_{k=1}^6 W(k) \cdot \zeta_i(k) (i=1,2,\dots,80)$$

求得被评价类型与参考序列的加权关联度^[8-10],依此对各产区烟叶质量可用性进行评价,关联度越大,说明比较序列与参考序列变化的态势越一致。

运用主成分分析法,提取累积贡献率≥85%的4个主成分,计算得到各参评指标的权重值为:烟碱0.25,还原糖0.15,糖碱比0.40,钾氯比0.20。

2.1.3 皖南核心农户烟叶可用性。皖南80户核心农户烟叶感官质量3个类别A、B、C的风格特征、品质特征的比较如图1~4,其中风格特征包括香型、香韵、香气状态、烟气浓度和劲头,品质特征包括香气特性、烟气特性和口感特性。

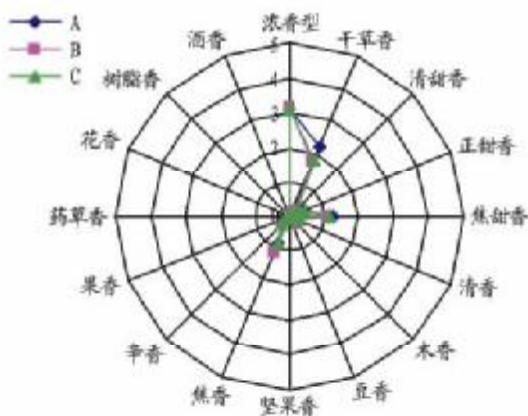


图1 3个类别烟叶香型及香韵

从图1可以看出,3类样品的浓香型特征均较显著,得分

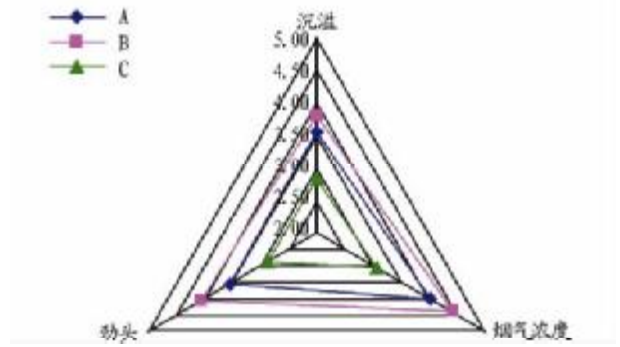


图2 3个类别烟叶香气状态、烟气浓度及劲头

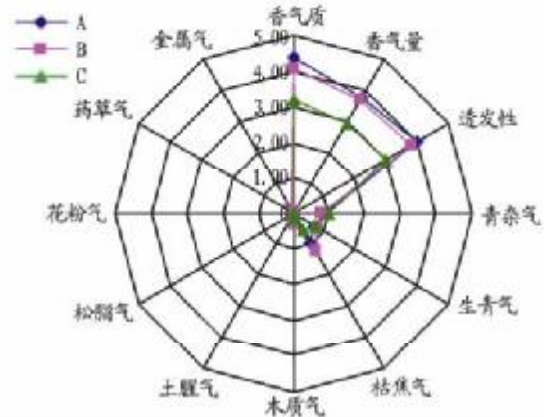


图3 3个类别烟叶香气特性

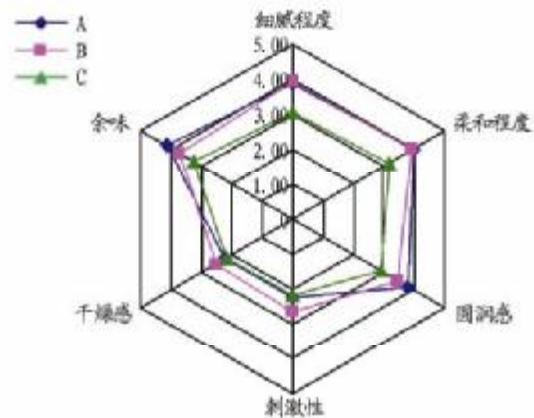


图4 3个类别烟叶烟气特性及口感特性

均超过3,香韵以干草香、焦甜香和焦香为主;干草和焦甜香韵A类>B类>C类;焦香香韵B类>C类>A类。图2表明,3类样品的香气状态的沉溢程度、烟气浓度和劲头的变化趋势一致,均为B类>A类>C类。图3显示,3类样品的整体香气特性,A类>B类>C类,其中A类和B类较为接近,C类相对较差,主要表现在香气质感较差、香气量较小,透发性较差,但B类枯焦气较大。从图4中可以看出,A类样品和B类样品烟气特性较接近,主要表现为细腻程度、柔和程度较好,干燥感较小,但A类样品的圆润感和余味比B类样品好,刺激性B类较好,C类样品的烟气特性质量较差。将香气质、香气量、透发性、细腻程度、柔和程度、圆润感、刺激性、干燥感及余味9项指标提取出来,依据烟草行业感官评

(下转第11515页)

- [32] 张文同. 雪茄烟草薄片酶萃取技术的研究[J]. 食品工业, 2011(5): 75-77.
- [33] 柯炜昌, 蔡冰, 马舒翼, 等. 用复合酶提高薄片原料萃取效率和薄片烟香气质量的方法: 中国, CN 101427846A [P]. 2007-11-07.
- [34] 骆莉, 周璐, 符黄喜, 等. 生物酶解法萃取废次烟叶的研究[J]. 广东农业科学, 2011, 38(17): 18-20.
- [35] 郑小嘎, 赵昌政, 韦绪伦, 等. 酶法改善造纸法烟草薄片品质初探[J]. 山东食品发酵, 2010(1): 11-13.
- [36] 姚元军, 孙德平, 王学文, 等. 造纸法烟草薄片萃取生化处理工艺的初步研究[J]. 湖北烟草, 2009(8): 59-60.
- [37] 何汉平, 贺世梁, 蔡冰, 等. 造纸法烟草薄片萃取浓缩液酶法降解与增香[C]. 中国烟草学会工业专业委员会烟草化学学术研讨会. 海南, 中国烟草学会, 2005: 56-59.
- [38] 刘伟, 李庆廷, 李庆龙, 等. 一种造纸法烟草薄片的制备工艺: 中国, CN 1600183A [P]. 2004-09-08.
- [39] 郑勤安. 造纸法再造烟叶生产过程中微生物增质剂的应用研究[J]. 浙江工业大学学报, 2004, 32(4): 442-447.
- [40] 马东萍, 卫青, 周瑾, 等. 一种再造烟叶改性添加剂及其制备和使用方法: 中国, CN 1947606A [P]. 2006-10-23.
- [41] 闫亚明, 常纪恒, 罗登山, 等. 造纸法再造烟叶浸取、浓缩工艺: 中国, CN 1836589A [P]. 2006-04-24.
- [42] 朱国成. 酶处理技术在造纸法烟草薄片中的应用研究[D]. 北京: 中国农业大学, 2006.
- [43] 张勃, 贾玉红, 端李祥, 等. 微生物发酵烟梗水提物的制备及其在再造烟叶中的应用[J]. 河南农业科学, 2012, 41(3): 56-60.
- [44] 戴丽君, 黄申元, 郑彬, 等. 酵母在造纸法再造烟叶中的初步应用研究[J]. 江西农业学报, 2011, 23(1): 18-19.
- [45] SPANN B M. Reconstituted tobacco from venezuelan by products by enzyme conversion[C]. U. S. Kansas: Philip Morris Research Center, 1965.
- [46] HEWETT C F. Enzymic Modification of Tobacco: Pectinase and hemicellulase treatment of virginia tobacco, BAT, RD. 2257 [R]. 1992.
- [47] 孔宁川, 王建, 向海英, 等. 一种降低造纸法再造烟叶浆料蛋白质含量的方法: 中国, CN 103054157A [P]. 2013-04-24.
- [48] 宋凌勇, 李志华, 刘远涛, 等. 应用生物酶制剂改善再造烟叶内在品质的研究[J]. 广西农学报, 2009, 24(5): 33-36.
- [49] 车靖, 华一菟, 何绑华, 等. 不同尺寸再造烟叶在卷烟中的应用研究[J]. 宁夏农林科技, 2012, 53(5): 22-23.
- [50] 王娜, 王定伟. 造纸法再造烟叶工业可用性研究[J]. 安徽农业科学, 2012, 40(32): 15900-15902.

(上接第 11482 页)

价标准及安徽中烟“黄山”品牌对于原料的需求特点分别赋予它们的权重为 0.2、0.2、0.1、0.1、0.05、0.05、0.1、0.05、0.15, 根据公式:

$$\text{感官品质特征得分 } D2 = \{ \sum (X_m \times R) - \sum [(5 - X_n) \times R] \} \times 20$$

式中, X_m 为香气质、香气量、透发性、细腻程度、柔和程度、圆润感、余味各指标标度值, X_n 为杂气、刺激性、干燥感各指标标度值, R 为它们各自的指标权重。计算得到 A 类、B 类及 C 类样品的平均得分为 76.90、72.33、60.98, 再结合前面 4 个感官图进行分析得到感官质量排序为 A 类 > B 类 > C 类。

通过灰色关联度方法计算的皖南 A、B、C 3 类样品与“参考序列”的关联度分别为 0.73、0.69、0.65。根据与“参考序列”的关联度越大, 烟叶的可用性就越高的灰色系统理论^[11]可知, 3 类样品的可用性排序为 A 类 > B 类 > C 类。这表明, 灰色关联分析法与感官质量评价结果一致, 说明可以利用该方法在皖南烟区筛选适合“黄山”品牌的焦甜香特色原料并对叶组配方设计具有一定的参考价值。

3 结论

灰色关联度分析方法, 根据灰色发展态势的相似或相异程度进行定量描述和比较分析以此来衡量因素间的关联程度, 它克服了回归分析和随机过程理论的不足^[12-13]。该研究基于烟碱、还原糖、钾氯比及糖碱比 4 个指标的灰色关联度分析, 来评价烟叶样品的可用性及与“黄山”品牌卷烟原料的需求符合程度, 针对性较强, 对于焦甜香特色原料的筛选及卷烟叶组配方设计具有一定的参考价值, 但在参评指标的选择上略显单薄, 如与感官质量中香型、香韵相对应的指标

存在盲点, 因此有必要在今后的研究工作中继续充实和完善相关内容。

参考文献

- [1] 季学军, 张国, 王道支, 等. 皖南不同土壤类型烤烟抗氧化能力差异分析[J]. 中国烟草科学, 2011, 32(6): 26-31.
- [2] 刘海松, 范敏, 倪万魁, 等. 灰色关联度法在公路地质灾害危险性评价中的应用[J]. 水文地质工程地质, 2005(3): 32-34.
- [3] 倪绍祥. 土地类型与土地评价概论[M]. 北京: 高等教育出版社, 2001.
- [4] 郑荣豪, 罗战勇, 陈泽鹏, 等. 烤烟新品种的灰色关联度分析[J]. 广东农业科学, 2005(1): 37-39.
- [5] 谢小丹, 陈顺辉, 巫升鑫, 等. 烤烟新品种的模糊综合评判和灰色关联度分析[J]. 福建农林大学学报: 自然科学版, 2002(1): 160-163.
- [6] 黎妍妍, 黄元勋, 许自成, 等. 河南烟区烟叶质量可用性的综合评价[J]. 安徽农业科学, 2006, 34(9): 1903-1904.
- [7] 张晓兵, 夏琛, 项波卡, 等. 基于灰色关联分析的云南烟叶化学成分适宜性评价[J]. 烟草科技, 2011(10): 32-35.
- [8] 王新忠, 于磊. 天然草地类型综合评价的相对关联度分析[J]. 石河子大学学报: 自然科学版, 1998, 2(1): 37-42.
- [9] 李月芬, 汤洁, 李艳梅. 用主成分分析和灰色关联度分析评价草原土壤质量[J]. 世界地质, 2004, 23(2): 169-174.
- [10] 万国栋, 胡发成, 周顺成. 应用灰色系统理论评价草地质量初探[J]. 草业科学, 1997, 14(2): 5-8.
- [11] 邓聚龙. 灰色系统理论教程[M]. 武汉: 华中理工大学出版社, 1990.
- [12] 万星, 丁晶, 张少文, 等. 基于灰色理论的水环境影响因素分析[J]. 人民黄河, 2005, 27(5): 37-38, 41.
- [13] 李东亮, 王红旗, 许自成. 统计技术在烟草农业研究中的应用综述[J]. 烟草科技, 2007(4): 54-61.
- [14] CHAI J R, WANG Y, XIE L H, et al. Identification of quality characteristics of sun-cured tobacco leaves[J]. Agricultural Science & Technology, 2013, 14(4): 577-581.
- [15] 杨浩然, 蔡虎, 梁洪波, 等. 赤峰市烟叶结构变化分析[J]. 内蒙古农业科技, 2013(2): 57-58.
- [16] JIANG L, QI Y B. The evaluation on ecological agricultural development in sichuan province on the basis of grey relational analysis[J]. Asian Agricultural Research, 2011, 3(5): 123-127.